LA ELECTRONICA EN EL AUTOMOVIL

NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA




NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

LA ELECTRONICA EN EL AUTOMOVIL



Esta obra es una nueva edición aumentada y corregida de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Electrónica aplicada»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

© Ediciones Orbis, S.A., 1986
Apartado de Correos 35432, Barcelona

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-499-6 (Vol. 5)
D.L.: B. 4908-1986

Impreso y encuadernado por
Printer industria gráfica sa Provenza, 388 08025 Barcelona
Sant Vicenç dels Horts 1986

Printed in Spain

La Electrónica en el automóvil

INTRODUCCION

La utilización de componentes de estado sólido en los automóviles empezó en la década de los 60. Se trataba de sencillos dispositivos de encendido transistorizado, reguladores del alternador y de la carga de la batería, y de simples sistemas de alarma antirrobo.

Desde entonces hasta nuestros días el cambio ha sido enorme. La incorporación previa de los computadores de viaje, los economizadores o los sistemas de chequeo del vehículo, hace que los salpicaderos de los automóviles actuales se parezcan más al cuadro de instrumentos de una aeronave, comparándolos con la austeridad de los sistemas indicadores más antiguos.

Visualizadores electroluminiscentes de alta densidad de información del modelo «Ford Sierra».



Varias son las razones que han originado esta evolución. En primer lugar se hallan las que podemos denominar políticas y comerciales, éstas derivan de la presión ejercida sobre los fabricantes en materia de contaminación, ahorro de combustible y seguridad de los usuarios por la legislación de los diversos países (cada vez más restrictiva) y por los propios usuarios, que exigen mayores prestaciones de sus vehículos con un coste económico de mantenimiento menor. En segundo lugar aparecen las razones tecnológicas,

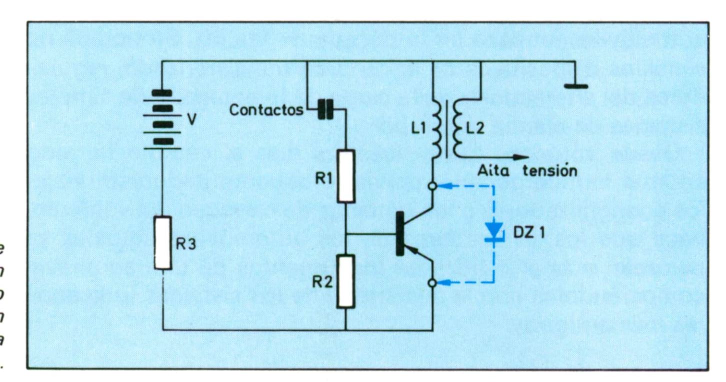


Figura 2. Circuíto de encendido que incluye un transistor, permitiendo que los platinos se vean recorridos por una corriente muy reducida.

el aumento en la fiabilidad de los circuitos integrados actuales frente a los componentes discretos de antaño y la capacidad de la industria electrónica de crear circuitos específicos para aplicaciones automovilísticas, añadiendo, además, una constante reducción del coste de estos componentes; finalmente la aparición de los microprocesadores y su gran potencia de cálculo, unida a su elevada velocidad, ha hecho posible el control, desde el salpicadero, de los diversos parámetros de interés que intervienen en la conducción y complejos sistemas de vigilancia y control de los motores, los frenos, etc. aumentando la fiabilidad y seguridad de los vehículos.

EL ENCENDIDO

En el sistema clásico de encendido, para producir la explosión de la mezcla carburante, es preciso que se

produzca una chispa entre los bornes de la bujía en el momento óptimo de la situación del pistón; esta chispa se consigue mediante una tensión, aplicada a la bujía, de 12.000 a 35.000 voltios.

En el encendido clásico, unos contactos (los conocidos platinos) son alternativamente abiertos y cerrados por una leva acoplada mecánicamente al eje del motor. Cuando los contactos son cerrados, circula una corriente del orden de 4 a 6 amperios por el arrollamiento primario L1 (figura 2) del transformador que trabaja a saturación magnética: la bobina. La tensión que se produce en los bornes de la bobina L_1 induce una tensión del orden de 100 veces mayor en los bornes de la bobina L_2. Un condensador facilita una descarga de baja impedancia a la vez que reduce las chispas en los platinos; la resistencia R_3 se utiliza para limitar la corriente de circulación por la bobina L_1.



Panel de mandos de un Talbot con indicadores de nivel de aceite, contenido de combustible, luces, etc., para controlar el comportamiento del coche en funcionamiento.

Uno de los sistemas transistorizados más simples es el de la figura 2.

La conmutación por transistor motiva que por los platinos circule una corriente 20 veces menor a la que circula en los sistemas clásicos. Esta reducción de corriente en los contactos elimina en gran parte la erosión de éstos y, por

tanto, los característicos fallos de encendido debidos al desgaste de los platinos.

En el encendido por conmutación de transistor, los platinos sólo son atravesados por la corriente de base del transistor, y por el colector circula una corriente del mismo valor que la que circulaba por los contactos de los platinos en los sistemas clásicos. Con el fin de proteger el transistor, se coloca entre sus bornes un diodo Zener. El valor de la tensión Zener debe ser algo inferior a la tensión máxima que puede soportar el transistor entre emisor y colector. Con el fin de reducir la tensión inversa en los bornes del transistor, la relación de espiras entre L_1 y L_2 acostumbra a ser mucho más elevada, de este modo se pueden emplear transistores de tipo corriente sin necesidad de emplear ninguna protección especial.

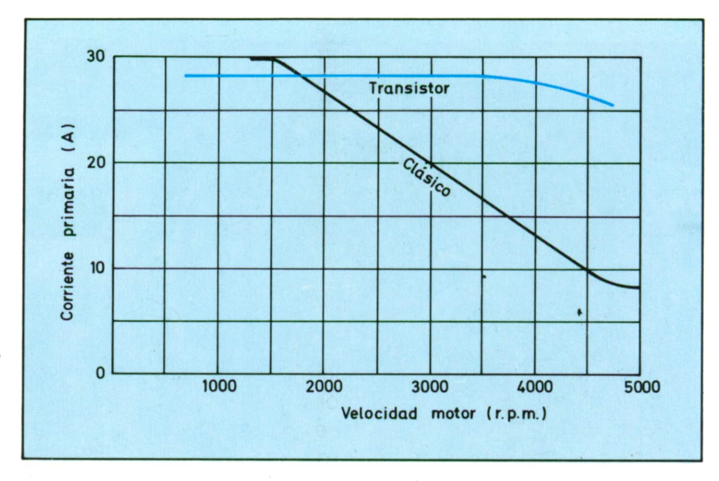


Figura 4. El encendido con transistor da lugar a que la corriente del primario se mantenga prácticamente constante para todas las revoluciones del motor.

El mejoramiento considerable de la tensión de salida que se obtiene en elevados regímenes del motor puede observarse en la figura 4. La curva de encendido clásico presenta una caída de tensión lineal cuando la velocidad del motor aumenta, mientras que el encendido por transistor permanece prácticamente constante.

En 1975, las empresas alemanas Bosch y Siemens experimentaron diversos sistemas de chispa anticipada, los



El Renault-5 mantiene unas amplias prestaciones electrónicas a pesar de tratarse de un vehículo utilitario.

cuales se montaban en la base del alojamiento de las bujías. Con este sistema se consigue acortar el tiempo de subida del impulso de encendido aplicado entre los electrodos de las bujías, de forma que, incluso cubiertos de suciedad, se produce la chispa.

Posteriormente, Bosch desarrolló un sistema de encendido por transistor sin contacto, este dispositivo estaba compuesto por un distribuidor magnético, un amplificador de entrada, una etapa de excitación, etapa final con darlington, una bobina de encendido y una resistencia limitadora. La regulación del avance o retardo de la chispa y el régimen de giro del motor se obtenían mediante el captador inductivo del distribuidor.

Siemens ha desarrollado un módulo integrado, en tecno-

logía bipolar, que limita la corriente primaria que atraviesa la bobina, y hace que alcance el valor máximo admisible en el instante del encendido. Las variaciones en las revoluciones del motor, en la tensión de la batería y de la resistencia de la propia bobina, son detectadas por este dispositivo y corregidas en la forma oportuna. De esta forma, se consigue una energía constante en el encendido junto con el mejor rendimiento, independientemente del estado del motor, a la

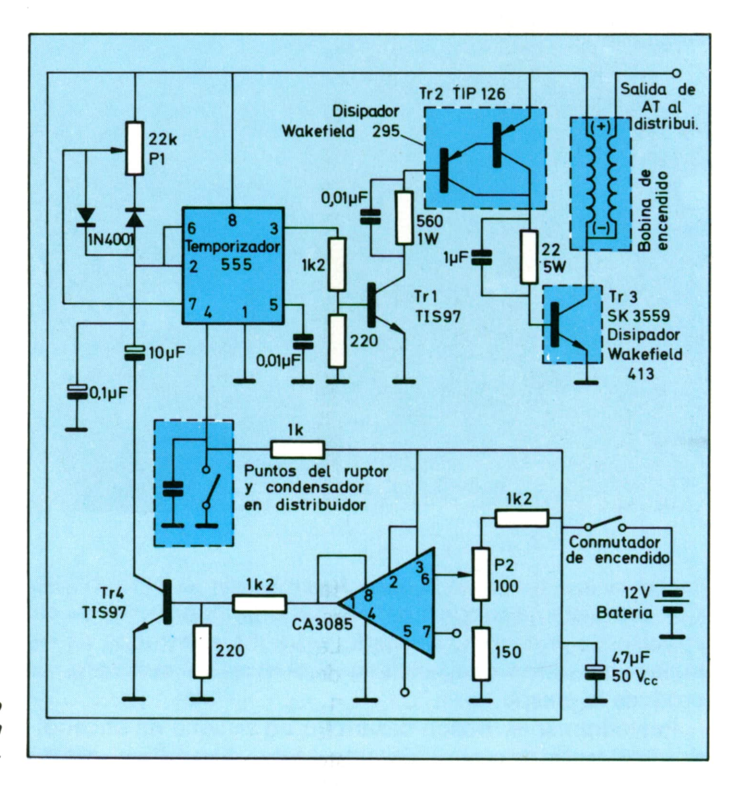


Figura 6. Circuito estabilizador de la tensión en la bobina.

vez que se logra la combustión total de la mezcla a altas revoluciones y se consigue descargar térmicamente la bobina.

La excitación de este dispositivo se consigue mediante un captador de *efecto Hall*. Este interruptor sin contactos, que

sustituye a los platinos convencionales de los distribuidores, consta del sensor Hall en forma de U, fijado en el bloque motor, y de una pequeña pieza de acero dulce adosada al cigüeñal; cuando esta pieza se halla dentro del entrehierro del sensor un transistor de salida queda bloqueado; cuando sale del entrehierro el transistor conduce.



Equipamiento especial del BMW 735 en donde se ha combinado la necesidad de prestaciones de control electrónico con todo lujo de detalles estéticos.

Con este tipo de captadores Hall no se precisan frecuencias mínimas de trabajo, a diferencia de los sistemas que emplean captadores inductivos. La señal que define el punto de activación es independiente de la velocidad del motor.

En la figura 6 se detalla un sencillo dispositivo que permite mantener alta tensión en la bobina con independencia de la tensión de la batería. Esto permite a los motores de gasolina arrancar de forma sencilla con baterías debilitadas por el frío, o por los años.

En este dispositivo, cuando se detecta la baja tensión de la batería se activa el transistor Tr4, que fuerza la conmutación en el circuito temporizador de un condensador de gran capacidad, de forma que se obtiene un tiempo durante el cual se acumula en la bobina la suficiente energía para

obtener una buena chispa, incluso en condiciones de arranque en frío.

Los circuitos integrados desarrollados específicamente para aplicaciones de encendido, han permitido los sistemas de avance sin distribuidor, que resultan económicamente competitivos y altamente fiables dado que eliminan partes mecánicas móviles sujetas a continuos desgastes.

En esta línea, Motorola ha desarrollado un sistema, consistente en un solo chip, que realiza las funciones de avance, control del ralentí y regulación de la corriente de la

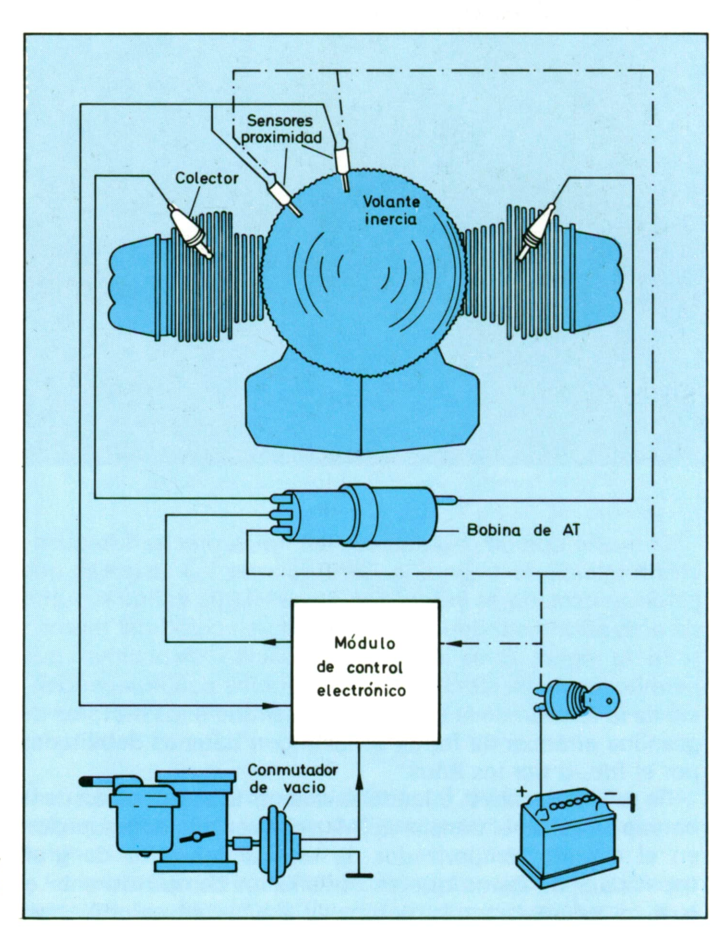


Figura 8. Un circuito de control regula el encendido y la actuación de la bobina de AT.

bobina. La detección de la posición del pistón se realiza desde el volante de inercia, eliminando por tanto el distribuidor, y la carga del motor se determina mediante el ángulo de apertura de la mariposa del carburador (Ver la figura 8).



Panel de mandos del Renault 11 TSE. Incluye cuentarrevoluciones, cuentaquilómetros con totalizador parcial y testigos luminosos que indican el control sobre el funcionamiento del vehículo.

SISTEMAS DE VISUALIZACION

Los primeros indicadores electrónicos que hicieron su aparición en el salpicadero de los automóviles fueron los paneles realizados mediante diodos LED, éstos tienen como principal ventaja el poder ser utilizados cuando se requiere visualizar gran cantidad de información, de forma selectiva, en el mismo espacio y de poder ajustar el brillo de forma sencilla (filtros). No obstante, presentan el inconveniente de la corta vida e ilegibilidad frente a la luz solar directa.

Para solventar este problema se han desarrollado paneles, basados en el empleo de cristales líquidos, que no han tenido demasiada aceptación, siendo la tendencia actual los paneles fluorescentes y los paneles electrolíticos.

La firma Chrysler, en uno de sus modelos de lujo, dispone una unidad formada por cinco paneles fluorescentes de vacío que proporcionan indicación relativa a la hora, fecha, tiempo transcurrido de viaje, kilometraje acumulado, kilómetros recorridos en el viaje, velocidad media, nivel de

combustible, consumo medio y distancia estimada a recorrer hasta el relleno del depósito. Este sistema utiliza diversos componentes electrónicos, entre ellos dos microprocesadores (que estudiaremos en profundidad en otros libros).

En cuanto a los indicadores electrolíticos, la empresa francesa Jaeger ha desarrollado una unidad que supera a los visualizadores LCD.



Fruto de la colaboración entre diseñadores, técnicos, mecánicos y electrónicos, este tablero de abordo tiene la precisión de una calculadora electrónica. La práctica totalidad de datos a considerar queda reflejada mediante un indicador luminoso. (Cortesía: Jaeger).

Este innovador sistema consiste básicamente en un emparedado de vidrio relleno de un electrolito. Cada hoja de vidrio es de un espesor aproximado de 1,25 mm y dispone de un electrodo apantallado en su parte interna. Para recubrir la placa posterior se utiliza yoduro de plata, que sirve como electrodo. El fondo del visualizador se forma con una capa de dióxido de silicio poroso coloreado. Cuando se aplica una tensión positiva al electrodo posterior y una negativa al electrodo frontal, los iones de la capa de yoduro de plata absorben la luz. Invirtiendo la polaridad de la alimentación se invierte el proceso, retornando el visualizador a su estado transparente. Para obtener la visualización de los datos, se aplica la tensión durante un período de tiempo breve, de 0,1 a 0,25 segundos necesitándose una corriente de renovación o refresco cada 10 minutos, a fin de obtener una indicación constante. La corriente de refresco depende del área activa del visualizador, consumiendo por lo general 1 mA por mm^2.

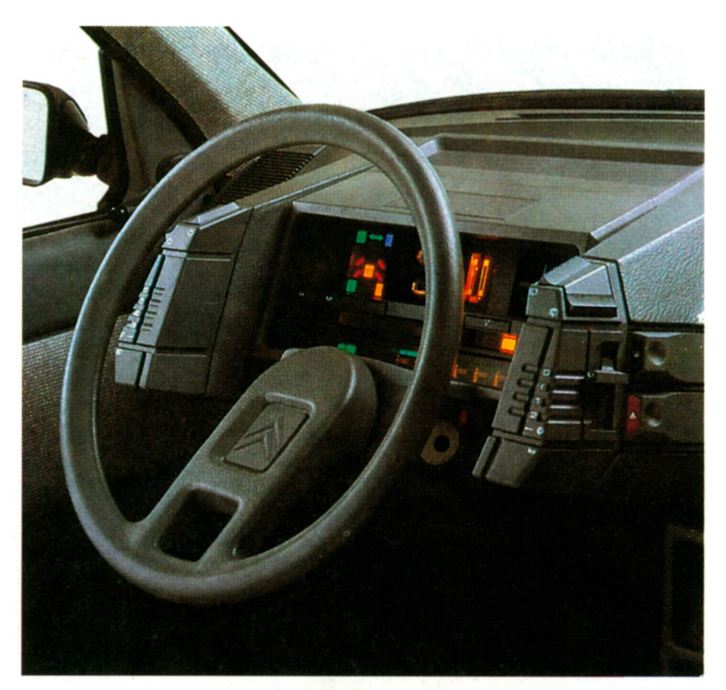
En cuanto a las tendencias futuras cabe destacar la propuesta de la firma Zenith con su VCRT; se trata del empleo de monitores de rayos catódicos en aplicaciones de vehículos (vehicular CRT). Este sistema parece tener grandes posibilidades frente a los actualmente usados, una vez se resuelvan los problemas de exposición del conductor a rayos X, altas tensiones, implosión del tubo, imágenes poco definidas por efecto de la incidencia directa de la luz solar, etc.



Los elementos de control electrónico como cuentaquilómetros, cuentavelocidades, etc. del Mercedes Benz 200, quedan dispuestos evitando los reflejos. A la derecha del conductor quedan los restantes mandos para control de luces, luneta térmica, ventilación, calefacción con regulación electrónica, control del funcionamiento del sistema antibloqueo (ABS) y otros.

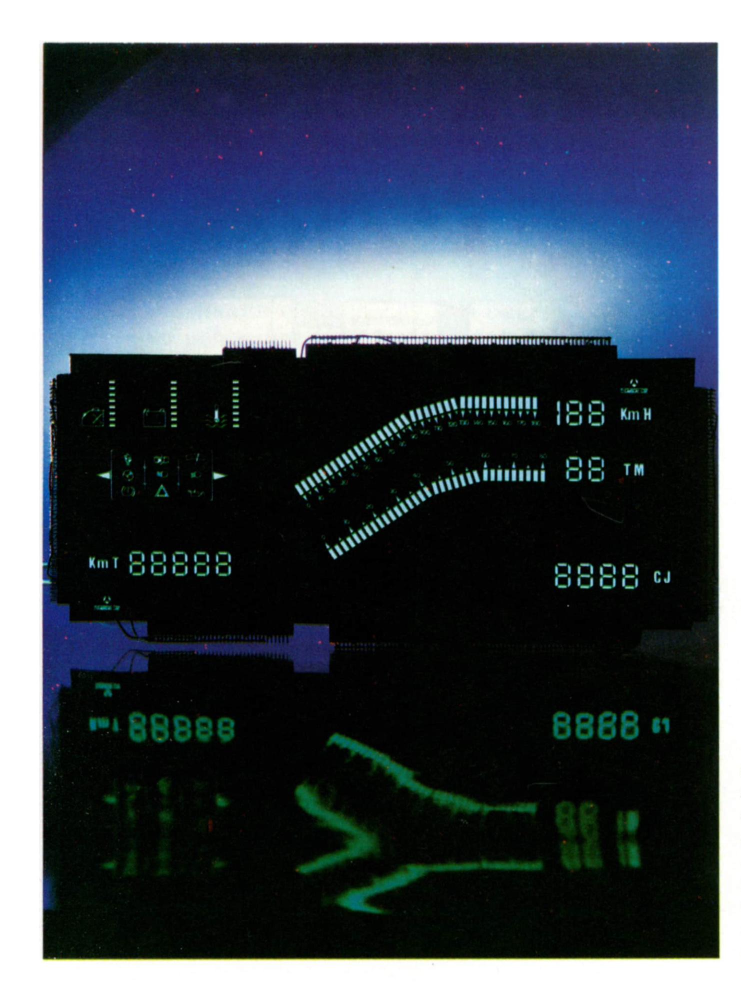
Como características más notorias del VCRT, puede decirse que está dotado de una mezcla de varios fósforos y filtros de color, es capaz de presentar diversas combinaciones de rojo, amarillo, azul, verde y blanco en zonas seleccionadas de la pantalla, las cuales incluso permiten una

buena visión con luz solar directa. El tubo se halla encapsulado en plexiglás para proteger al conductor de posibles implosiones en caso de accidente. La mayor ventaja del sistema radica en el hecho de que las imágenes puedan cambiarse por programa, sin tener por tanto que cambiar el salpicadero ni ninguno de los indicadores.



El citroën BX posee un panel con una gran cantidad de indicadores luminosos. Los diferentes tonos luminosos favorecen la identificación de todos los valores a controlar.

También buscando esta facilidad, se están realizando en la actualidad diversos prototipos con visualizadores de *plasma* y visualizadores de *transistores de película delgada.* Estos sistemas se hallan todavía en fase de desarrollo y resultan de un elevado coste, pero presentan múltiples ventajas: reducido tamaño, prestaciones similares (cuando no mejores) a las que ofrecen los TRC y fácil interfase con el microprocesador de control; esto induce a pensar que posiblemente sean los visualizadores de los automóviles de la próxima década.



Los indicadores luminosos de los coches exigen una gran fiabilidad en los terminales de conexión para establecer contactos perfectos con todos los sensores y detectores dispuestos en el vehículo.

LOS COMPUTADORES DE VIAJE

Estos sistemas cuentan cada vez con mayor aceptación tanto por los fabricantes como por el gran público, si bien por el momento son privativos de los modelos de lujo.

La firma alemana BMW fue la pionera en Europa en presentar un modelo de *ordenador o computador de viaje.* Este modelo fue rápidamente superado por el *Tripcomputer*

de Siemens que presentaba varias ventajas respecto al de BMW: reducía de doce a tres el número de teclas, usaba un visualizador de cristal líquido de elevado contraste en lugar de diodos LED, etc. No obstante, lo más destacable de la

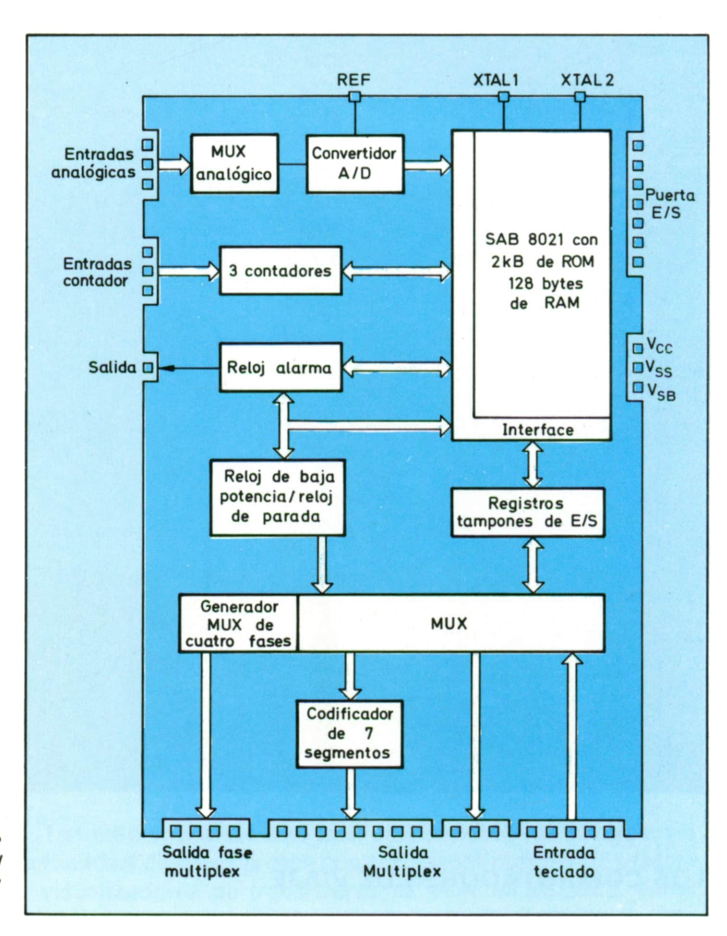


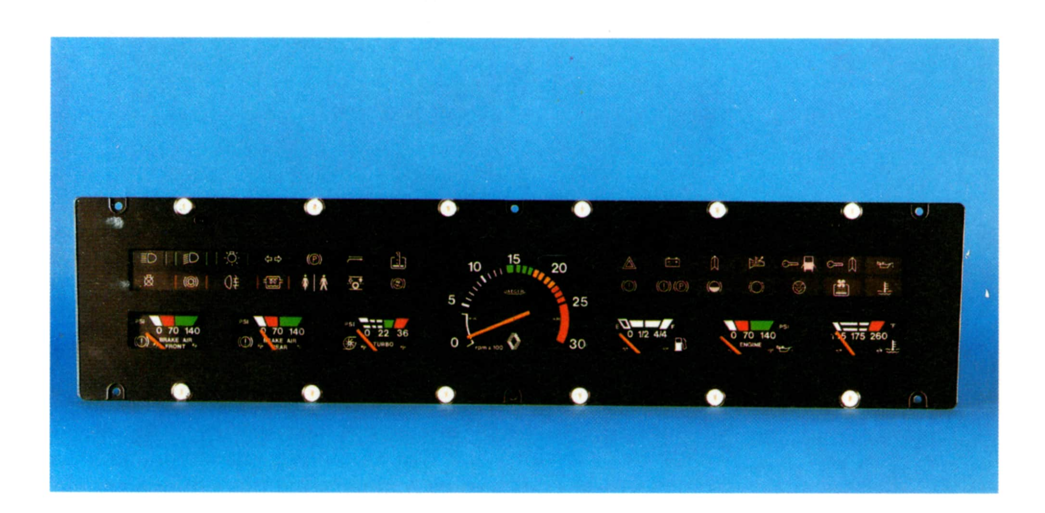
Figura 14. Diagrama de bloques del microcomputador SAB 80215 P.

nueva versión estriba en que el tamaño del computador propiamente dicho se ha reducido de tal manera, que puede integrarse todo el conjunto directamente en el tablero de instrumentos. Esto suprime el cableado adicional que se

precisaba entre la unidad de control y el visualizador.

Este computador de viaje está basado en un microprocesador de Siemens, el SAB 80215, incorpora 2 kB de memoria ROM para el programa y 128 bytes de memoria RAM para el almacenamiento de datos. El sistema puede manejar 40 funciones de salida y 20 de entrada.

Las siete funciones del computador de ruta son: reloj, consumo instantáneo, consumo promedio, velocidad media, tiempo estimado hasta el nuevo repostaje, cronómetro de viaje y temperatura exterior. Las seis últimas funciones se activan por pulsación repetida de una de las teclas. Con la segunda tecla, se regresa a la función horaria desde cualquiera de las otras funciones. Con la tercera tecla se ajusta la hora y se indica al computador que se ha efectuado una recarga de gasolina, con lo que éste recalcula la autonomía estimada en función de la velocidad media y el consumo medio.



Completo tablero de abordo para automóvil que incluye las informaciones concernientes a las presiones de frenos, la presión del aire del turbo, nivel de carburante, presión de aceite y la temperatura del agua. (Cortesía: Jaeger).

Toda la circuitería está realizada con circuitos CMOS de bajo consumo, de forma que cuando el vehículo no se utiliza se evita la descarga de la batería (figura 14).

Otro computador de viaje europeo es de la firma italiana Veglia, filial de Fiat. Está basado en un microprocesador RCA y recibe la denominación de *Vegliasystem*.

El Vegliasystem permite tres tipos de funciones: control, cálculo y medida, además de la visualización alfanumérica de la información. El equipo se divide en tres partes: una zona central con indicación numérica de la velocidad, los kilómetros recorridos, nivel del tanque de gasolina, temperatura del agua, una zona de alarma asociada a la función de mantenimiento y una tercera zona de cálculo constituida por un visualizador de 4 cifras y de un teclado de entrada de datos.

En la zona de alarma, el visualizador indica cualquier anomalía de funcionamiento y, si es preciso, la detención del vehículo. La zona de cálculo proporciona información relativa a la autonomía del vehículo y hora de llegada prevista, según la indicación previa de la distancia a recorrer introducida por el usuario y calculada a partir de la velocidad media y la distancia restante. Otro indicador señala el rebasamiento de las velocidades máximas autorizadas o de las que el conductor considere prudentes. Estos datos son introducidos por el propio conductor.

Por último, aunque no consiste en un computador de viaje como los descritos, destacaremos el sistema *Econotronic*, desarrollado totalmente en España por SEAT. Este sistema, basado en un microprocesador Intel, controla el consumo del vehículo según el tipo de ruta por el que circula.

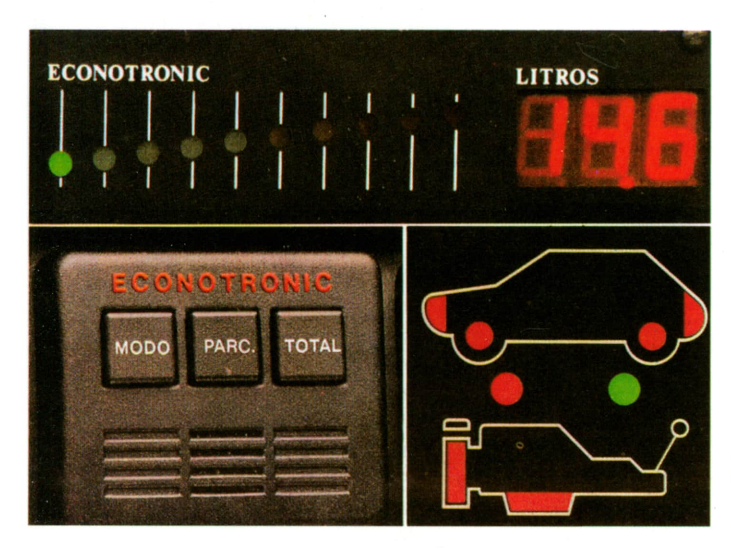
El conductor dispone de tres pulsadores: modo, parcial y total. Mediante el primero, se indica al computador si la ruta se realiza por ciudad, carretera o autopista. Mediante el segundo y el tercero, se selecciona el modo de presentación del consumo, total o parcial.

La información es visualizada en tres dígitos (uno de ellos es cifra decimal en información numérica) del tipo LED de color rojo de alta resolución. La información sobre el consumo es visualizada mediante 10 LED de diversos colores. Los cinco primeros, de color verde, indican un consumo moderado; los dos siguientes, de color naranja, indican que el consumo es normal; y los tres últimos son de color rojo e indican un consumo excesivo, en este caso se activa una alarma sonora.

Asimismo, en este sistema al accionar la llave de contacto, el microprocesador realiza una lectura del estado del vehículo, proporcionado por diversos captadores y sensores. Estos datos son: nivel de aceite en el motor, nivel de líquido de frenos, nivel de líquido refrigerante y estado de las pastillas de freno.

LA INYECCION ELECTRONICA

Los sistemas de inyección electrónica han sido desarrollados, principalmente, por el aumento sustancial de prestaciones del motor al emplear la inyección en lugar del tradicional sistema de carburador. Evidentemente, el coste económico de la electrónica se ha utilizado para aumentar más aún las prestaciones de la inyección, a la vez que hace de éste un sistema más fiable y de menor mantenimiento. También es cierto que estos sistemas han nacido en el campo deportivo del automóvil: la fórmula 1, rallyes, prototipos, etc., campo que siempre ha servido de laboratorio rodante para casi todas las innovaciones tecnológicas del sector de la automoción.



Vista detallada del sistema «Econotronic» y «Chekcontrol» que equipa Seat en la gama de los modelos Ronda.

La empresa alemana Bosch fue la pionera en este campo ya en 1952, cuando construyó su sistema *D-Jectronic* y posteriormente lo mejoró dando lugar al *L-Tronic*. El principio de funcionamiento de este sistema se basa en la regulación de la cantidad de combustible inyectado en el motor en función de la concentración de oxígeno libre en el escape. Este parámetro es vital para la determinación de la cantidad de combustible y del volumen de aire, de forma que

la mezcla total esté en proporción estequiométrica, proporción que da como resultado la combustión total de la mezcla, aumentando las prestaciones del motor a la vez que se disminuyen sensiblemente los agentes contaminantes debido al efecto de combustión total.

En estos sistemas el punto más importante es la medición del oxígeno libre (O_2) en los gases de escape. Para ello



El «Compucruise», distribuido en España por Leyland España, S.A.; se trata de un computador de viaje adaptable a cualquier automóvil. Realiza las funciones visuales de información del consumo de gasolina, tiempos, distancias recorridas, etc., hasta un total de 26 funciones.

Bosch desarrolló una sonda especial, bautizada como *sonda lambda* (λ), cuya salida era reconducida al mando electrónico, el cual actuaba sobre el volumen de aire de admisión y el volumen de inyección, hasta alcanzarse el valor óptimo en el escape (figura 18).

Otro sistema europeo fue el desarrollado por la firma británica Lucas. Realizado con componentes lineales MOS y TTL, procesaba la información analógica procedente del motor y de la válvula de mariposa, y generaba las señales adecuadas que determinan la cantidad de combustible precisa para inyectar en cada cilindro.

Posteriormente, ya en la década de los 60, los gigantes del motor americanos iniciaron las investigaciones y posterior introducción de diversos sistemas de control en vehículos de

gran cilindrada y que estaban basados en principios de funcionamiento diferentes.

Ford empezó a investigar sobre sistemas electrónicos digitales en los años 60, pero no lanzó su primer sistema hasta 1978. Este primer sistema fue denominado EEC-I y controlaba la temporización del encendido para aumentar la

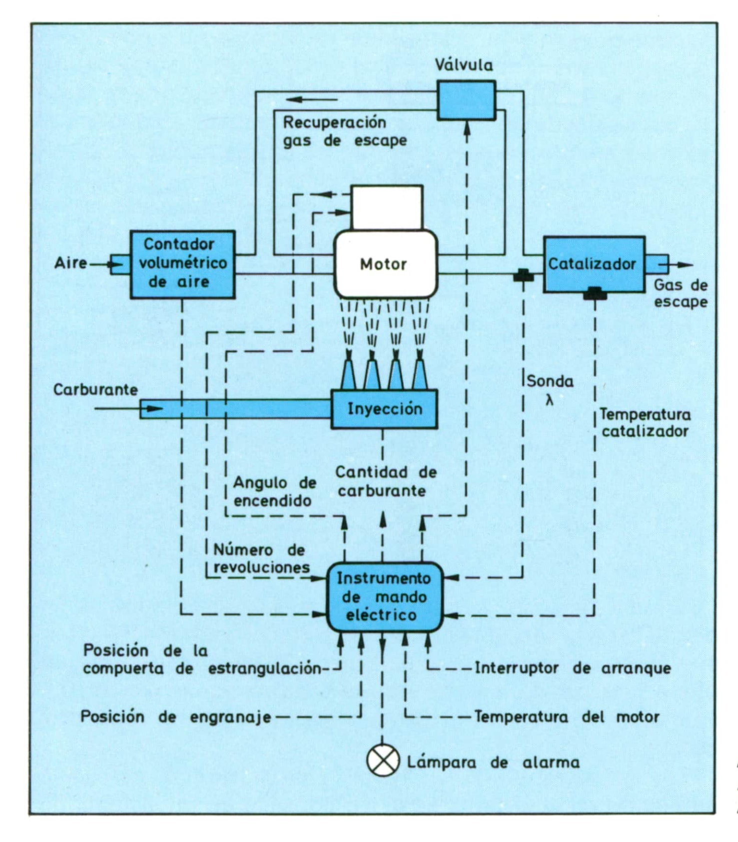


Figura 18. Diagrama de bloques de un sistema de inyección.

autonomía al tiempo que monitorizaba la recirculación de los gases de escape en orden a reducir el nivel de contaminantes. Posteriormente introdujo el ECU-A, que controlaba la proporción aire/combustible en dos modos: bucle abierto y bucle cerrado (figura 19), disponía de un módulo de

control electrónico, un sensor de oxígeno de los gases de escape y un carburador realimentado, realizándose la inyección de combustible en el carburador.

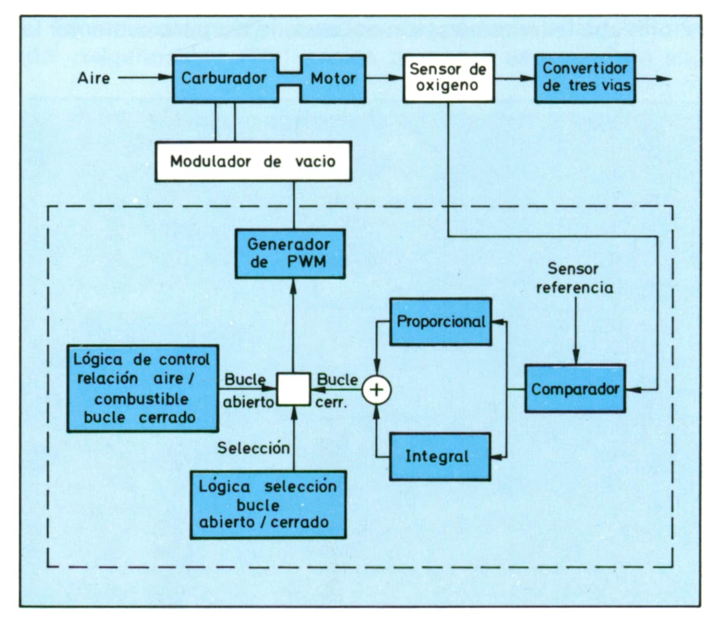


Figura 19. Elementos de un sistema básico de control en bucle cerrado. Los elementos no coloreados se añaden para formar un sistema de bucle abierto a fin de eliminar problemas causados por sensores frios a la puesta en marcha.

Un sistema posterior es el EEC-II, que es una combinación del ECU-A y del EEC-I. El primero controla la relación aire/combustible y trabaja tanto en bucle abierto como en bucle cerrado de acuerdo con las condiciones del motor. Este sistema es controlado por un microprocesador Intel 8048.

Por su parte, el CFI (Central Fuel Inyection) de Ford, empleado en el sistema EEC-III, consiste en un sistema de inyección de alta presión y contiene dos inyectores de combustible que pulverizan el carburante en el colector de admisión a una velocidad de 4 impulsos por revolución del motor. Los sensores proporcionan información continua al computador del EEC-III, para determinar el tiempo en que los inyectores deben trabajar y la duración de la operación (cantidad de combustible introducida).

Una variante del EEC-III, el DEFI (Digital Electronic Fuel Injection), realiza la inyección en el cuerpo de la válvula de mariposa, montando dos inyectores en el cuerpo de dicha válvula y un medidor de impulsos que controla la cantidad de combustible inyectado; de esta forma se sustituye al sistema que incorporaba un inyector por cada cilindro.

Por su parte Chrysler utiliza desde 1980 un sistema de control basado en el μP 1802 de RCA, el cual controla el encendido y un carburador electrónico. Este sistema trabaja tanto en *bucle abierto* como en *bucle cerrado.* En el segundo modo se utiliza una señal de realimentación de un sensor de oxígeno para mantener la relación aire/combustible en el punto estequiométrico. En bucle abierto, el sistema permite el funcionamiento durante el tiempo de calentamiento del motor, en ralentí y a la puesta en marcha con el motor caliente.



Este tipo de computador de a bordo resulta útil en vehículos que se desplazan por grandes aglomeraciones urbanas como es el caso de Japón, EE.UU. y otros países. En pantalla se recibe información de la ruta óptima a seguir.

Por lo que respecta a sistemas de inyección para motores diesel mediante técnicas electrónicas, su realización práctica entraña mayor dificultad debido a la complejidad de estos motores, por lo que al comparar el grado de penetración de la electrónica en los motores gasolina/diesel se observa que

los segundos llevan un retraso considerable; existen, no obstante, varios sistemas propuestos, algunos con resultados altamente satisfactorios y encontrándose en vías de comercialización.

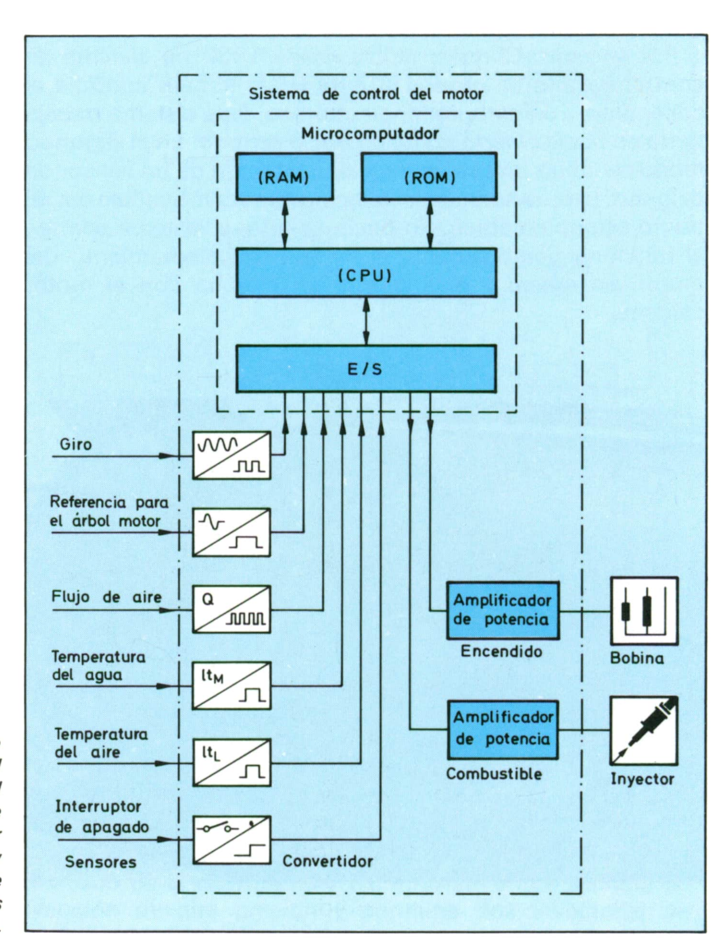


Figura 21. Esquema de bloques de un control electrónico de motor. El microprocesador recoge las señales enviadas por los distintos sensores y calcula las necesidades de combustible durante las fases de encendido.

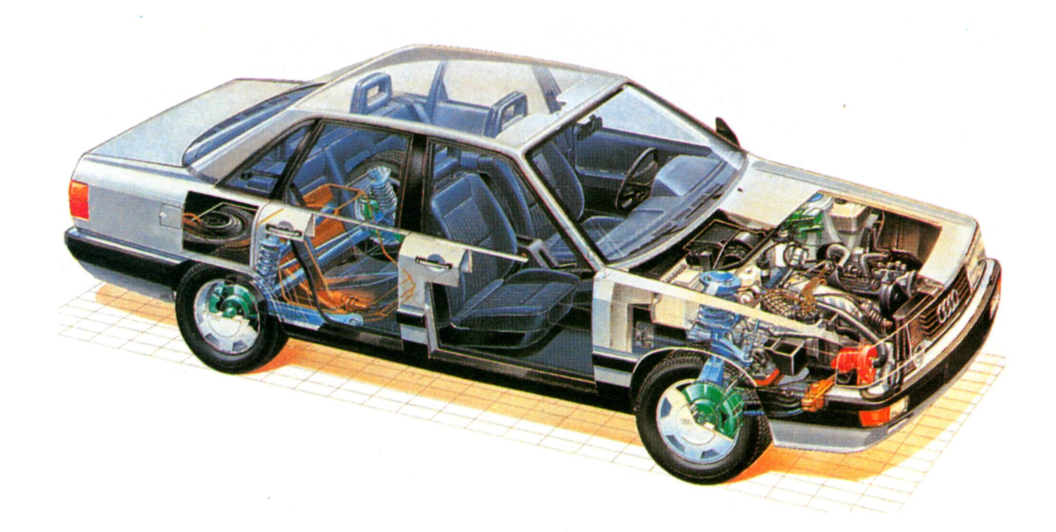
SISTEMAS DE SEGURIDAD

La circulación cada día más densa y más rápida hace que las señales estáticas, en teoría garantes de la fluidez y de la

seguridad del conductor, sean insuficientes para éste y por tanto, para los pasajeros. Esto ha motivado una creciente preocupación por los temas de seguridad vial, que ha desembocado en que los equipos de investigación hayan emprendido la búsqueda de soluciones prácticas y eficaces para la mejora de la conducción.

La microelectrónica y en especial los microprocesadores, están interviniendo de una manera básica en todos estos proyectos en forma de sistemas antibloqueo de ruedas, sistemas de guiado e información por radio, etc.

La seguridad, la calidad y la estética en el diseño son objetivos pretendidos por todos los fabricantes de automóviles. En la figura se muestra un detalle de la disposición interna del Audi 200; la electrónica cada vez juega un papel más importante en los vehículos de la gama alta.



En EE.UU. se dispone por ley el uso de cinturones de seguridad con dispositivos de alarma y bloqueo del arranque o bien un sistema de retención, de modo que en todos los automóviles deberán ir provistos bien de un sistema de bloqueo automático del encendido, que impida la puesta en marcha del motor si previamente los usuarios no se han colocado los cinturones de seguridad, bien de un sistema pasivo de retención, como por ejemplo el hinchado de una bolsa de aire.

En los sistemas de bloqueo del encendido, si se intenta poner en marcha el vehículo sin que los ocupantes tengan

colocados los cinturones se oirá una señal acústica de alarma y serán exhortados, como en los aviones, mediante una señal luminosa de «fasten belts», a colocárselos. Si durante el trayecto se sueltan los cinturones, es decir con el motor en marcha y una velocidad puesta, volverá a oirse inmediatamente la señal de alarma aunque sin afectar a la marcha del vehículo.

A este respecto, la firma Texas Instruments ha desarrollado un sintetizador de voz acoplado a este sistema, de manera que es una voz la que solicita abrocharse el cinturón.

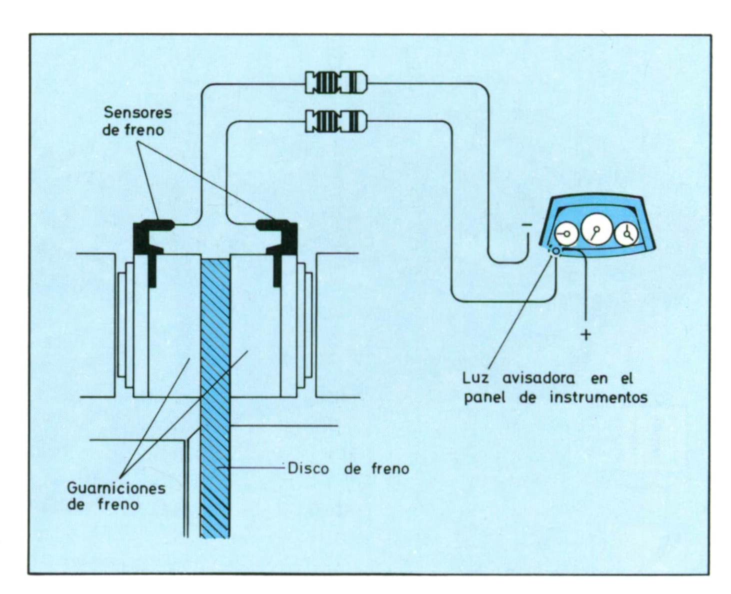


Figura 23. Disposición de los sensores de desgaste de los frenos.

Otro aspecto muy importante para la seguridad lo constituye el estado de los frenos y la presión de los neumáticos.

Un sistema detector de desgaste de frenos ha sido desarrollado por la firma Daimler-Benz en colaboración con la firma Dupont; han desarrollado un sensor a base de teflón que puede soportar, sin pérdida de prestaciones, las elevadas temperaturas de los ferodos así como las inclemencias meteorológicas. Estos sensores van empotrados en el ferodo de las zapatas de las ruedas delanteras, de tal modo

que cuando un ferodo alcanza el espesor mínimo de seguridad preestablecido, el sensor entra en contacto con el disco del freno (figura 23), lo cual cierra un circuito eléctrico que activa un testigo situado en el panel de instrumentos del vehículo.



Interesa que los paneles indicadores reflejen cualquier anomalía en el circuito de frenos, batería, nivel de aceite, temperatura. La visualización ha de ser rápida para que puedan tomarse inmediatamente las medidas oportunas. (Cortesía: Jaeger).

La obtención de la presión de los neumáticos es sencilla, pero el obtener esta información, procesarla y visualizarla en el cuadro de mandos, resulta, por el contrario, tarea ardua y difícil dado el movimiento de la rueda en relación al vehículo. En la actualidad existen diversos sensores de presión monolíticos que se adaptan a este tipo de aplicaciones. La solución a la obtención de la información ha sido desarrollada por diversos fabricantes, en esencia se trata de añadir al sensor una pequeña unidad transmisora de radio y una batería de larga duración. Una pequeña antena, adyacente a la rueda, se encarga de captar la señal de aviso de baja presión, la cual es posteriormente procesada por un receptor central. La salida del receptor proporciona señales visuales y acústicas al conductor y además, en un visualizador al efecto, se indica cual es la rueda objeto de atención.

El frenazo brusco e intempestivo que acaba en bloqueo de ruedas, chirrido, humo azul y olor a ferodo quemado, es una de las maniobras más nefastas que el conductor puede llevar a cabo. En primer lugar porque, una vez bloqueadas las

ruedas, se pierde la capacidad direccional y el coche seguirá indefectiblemente una trayectoria recta a partir del instante de bloqueo. En segundo lugar porque, aunque el frenazo se produzca en línea recta, la capacidad de frenado se ve disminuida y, en consecuencia, la distancia recorrida hasta detenerse por completo aumenta, salvo que dicha detención tenga lugar contra el vehículo que le precede y esto es precisamente lo que se quería evitar.

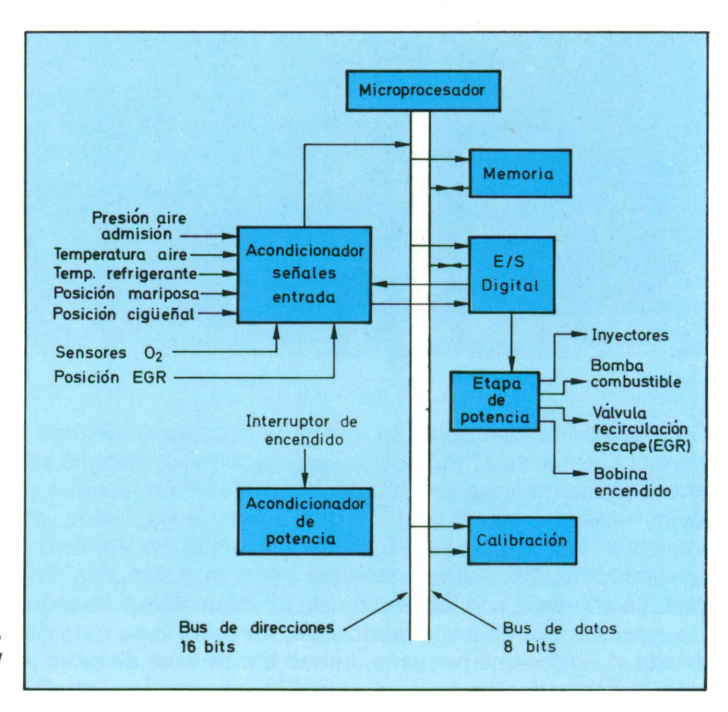


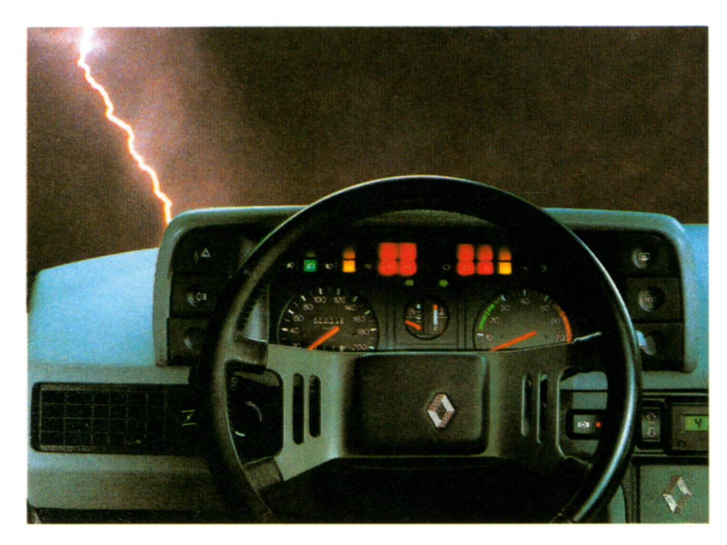
Figura 25. Diagrama de bloques para el control electrónico del motor.

Durante los últimos diez años empresas de renombre han dedicado sus esfuerzos muy intensamente a la consecución de sistemas tendentes a impedir el peligroso bloqueo de las ruedas al frenar. ABS, ASBS, ALB, Anti-Skid son las denominaciones de algunos de los diferentes sistemas antibloqueo de hoy en día.

En una frenada de emergencia los frenos de las ruedas

delanteras han de realizar un 80 % del trabajo de deceleración, mientras que a las traseras no les queda más que una modesta quinta parte del esfuerzo. Esta diferencia podría reducirse teóricamente intercambiando el reparto estático de pesos, es decir, consiguiendo que las ruedas traseras soportasen más peso. Pero en la práctica esta solución iría en detrimento de la estabilidad direccional: los coches tendrían un comportamiento muy inestable.

Todos los sistemas actuales antibloqueo están regulados electrónicamente mediante sensores en las ruedas y un modulador de presión que controla los valores de frenado para cada rueda o para cada par de ellas, según los principios *select-low* y *select-high* respectivamente. Select-low significa que la modulación de la presión es provocada por aquella rueda que sobrepasa primero el límite de adherencia. En el método select-high la presión de frenado no es reducida hasta que se haya bloqueado la primera rueda y la segunda esté alcanzando el límite de adherencia.



Panel indicador del Renault 18. Aunque se trata de un modelo popular, incorpora abundantes dispositios electrónicos.

En el sistema de cuatro canales hay un sensor para cada rueda y el regulador ajusta la presión de frenada individualmente, en función de las condiciones de adherencia de cada

una de ellas. Esto se puede hacer a través de dos circuitos hidráulicos entre las ruedas delanteras y las traseras o por circuitos diagonales.

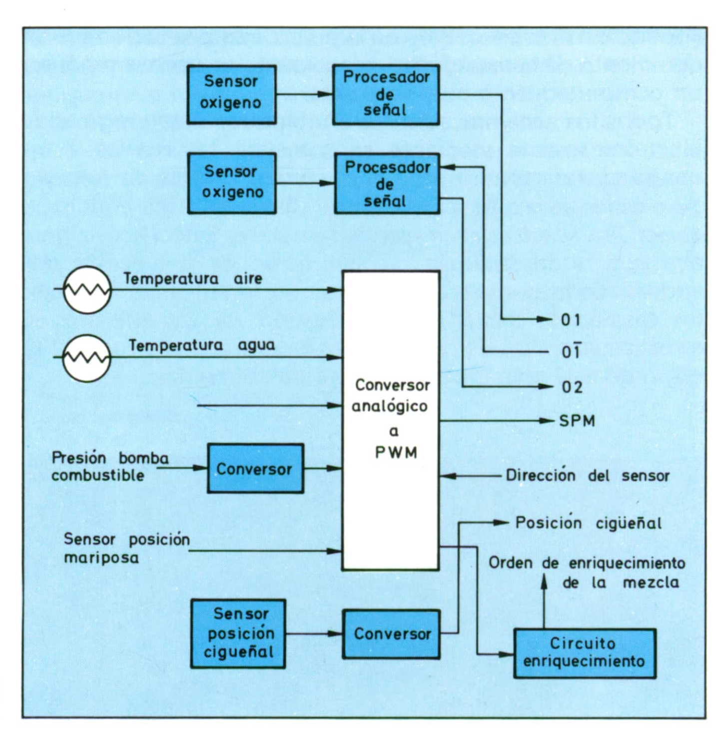


Figura 27. Acondicionador de las señales de entrada.

Cuando son tres los circuitos, las dos ruedas delanteras van atendidas por separado y las traseras conjuntamente, según el principio select-low. Con esta distribución la distancia de frenada puede aumentar, puesto que la regulación select-low no utiliza completamente la capacidad de deceleración de las ruedas traseras.

Actualmente, la industria del automóvil ofrece tres principios diferentes de sistemas antibloqueo: El ABS, desarrollado conjuntamente entre Robert Bosch AG y Daimler Benz y montado en los Audi, BMW y Mercedes. Presentado en 1978 y mejorado en 1982, se trata de un

sistema de tres circuitos con tres o cuatro sensores (Audi, tracción delantera).

En este sistema, las dos ruedas delanteras y el eje de transmisión llevan acopladas unas pequeñas ruedas dentadas, frente a las cuales van colocados los sensores. Cada diente de la rueda establece, al pasar frente al sensor, una corriente eléctrica que se interrumpe entre diente y diente. Un pequeño computador central controla las variaciones de frecuencia de impulsos registrados por cada sensor. Cuando es captado un valor descendente, indicativo de que una o varias ruedas pierden velocidad, el computador entra en estado de alerta. Si el proceso es debido a una acción de frenado por parte del conductor, el propio pedal del freno se encarga de introducir en el computador una señal que provoca una función suplementaria, la cual, en combinación con las de los sensores, provoca la apertura de una válvula electromagnética ubicada en el circuito de frenos, lo que relaja la presión del mismo y evita el bloqueo de la rueda o ruedas afectadas. Una vez cerrada dicha válvula, que ha

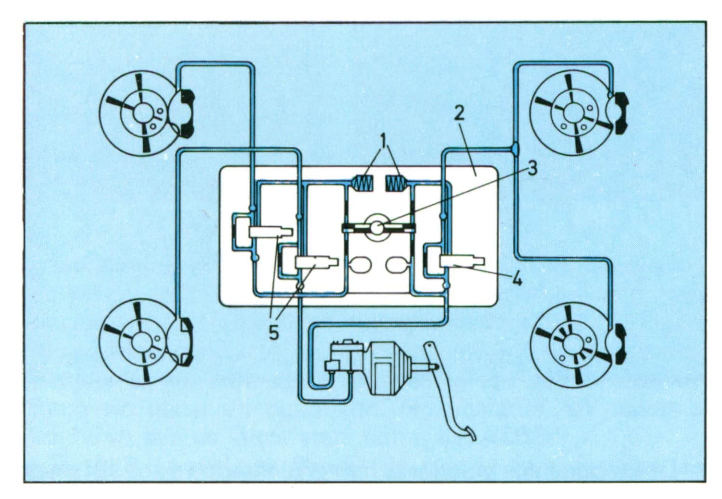


Figura 28. Sistema ABS (Mercedes)
1: Acumuladores;
2: Unidad hidráulica;
3: Bomba de retorno;
4 y 5: Bombas magnéticas.

actuado durante unos milisegundos, se restablece la presión y el proceso se repite cuantas veces sea necesario. La norma práctica de frenado con este sistema consiste, sencillamente, en frenar a fondo y dejar que la electrónica se encargue del

resto. Completado con un circuito de comprobación, el ABS verifica su funcionamiento cada vez que el motor es puesto en marcha y lo vuelve a hacer cuando el vehículo se encuentra en movimiento. En caso de producirse una anomalía, se enciende un testigo luminoso en el cuadro de instrumentos y el sistema de regulación se desconecta por sí mismo.

El sistema Anti-Skid de Alfred Teves (Ate), se encuentra en la fase previa a su producción en serie y tiene tras de sí un proceso evolutivo de muchos años. Al contrario del ABS, que de momento aún está compuesto por elementos individuales, el Anti-Skid es una pieza compacta totalmente integrada.

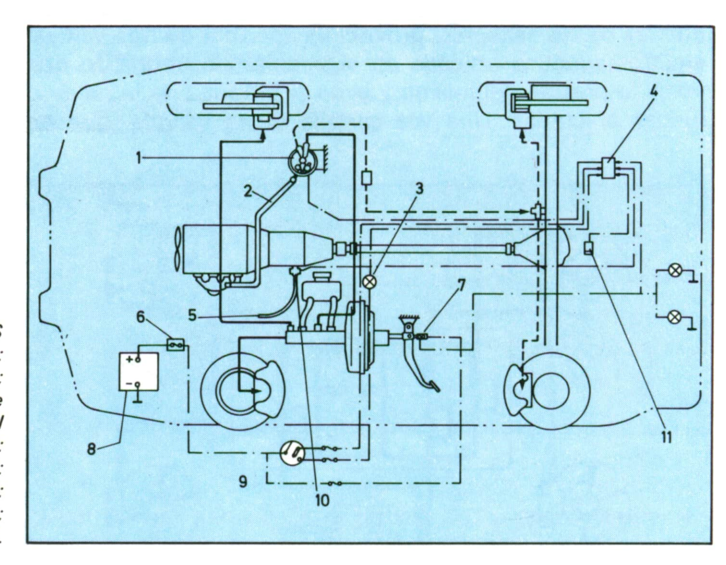
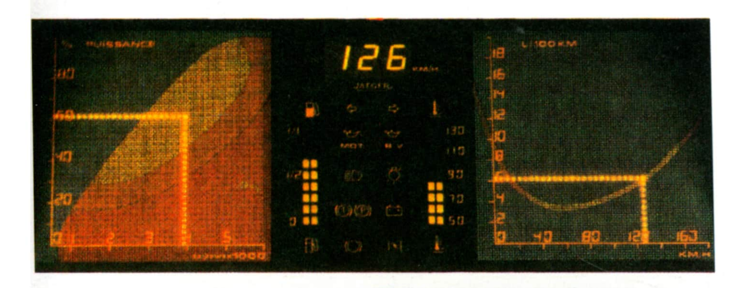
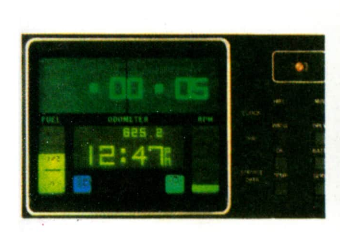


Figura 29. Sistema ASBS (Mitsubishi Starion). 1: Modulador; 2: Conducto; 3: Testigo; 4: Unidad de control; 5: Eje del taquímetro; 6: Fusible; 7: Conmutador de pedal; 8: Batería; 9: Contacto; 10: Generador de impulsos; 11: Sensor.

Dos fabricantes japoneses han presentado ya sus sistemas inhibidores de bloqueo: Honda, en 1983, con el sistema denominado ALB de regulación simplificada a las cuatro ruedas, en el que las ruedas traseras son frenadas por el principio select-low y las delanteras por el select-high. Y Mitsubishi, en 1982, con un semi-ALB que sólo prevé una regulación select-low para las ruedas traseras.

La decisión en favor de los sistemas simplificados se produce, en primer lugar, a causa del precio. El ASBS (sistema antiderrapado de frenado) en las ruedas traseras garantiza la permanencia de la fuerza directriz lateral de estas ruedas, pero no actúa sobre las delanteras, de forma que éstas sí pueden bloquearse, lo que significa pérdida de







Conjunto Jaeger compuesto por la señalización de una cabina para transporte pesado que incluye la curva de potencia (arriba), y un tubo de rayos catódicos de barrido y un ordenador de a bordo (abajo).

trayectoria. El coupé deportivo Starion lo lleva incorporado a su salida de fábrica, pero también existe como extra para determinados modelos. Sin duda alguna, confiere una mayor seguridad al conductor, porque en una emergencia se puede detener el vehículo aprovechando la capacidad total del freno sin temer un derrapado. No obstante, en curvas el coche se sale de la carretera con o sin ASBS.

El ALB (Anti-Lock-Break) de Honda va más lejos. En Honda se pusieron como meta una solución para las cuatro ruedas de sus coches de cilindrada media, a un precio razonable. Para lograrlo han tenido que afrontar dos puntos débiles de su sistema: La regulación select-low (para las ruedas traseras) supone una pérdida en la capacidad de frenado porque, cuando una de las ruedas tiende a

bloquearse, la presión de frenado se reduce en las dos ruedas y no sólo en una. La regulación select-high para las ruedas delanteras pretende evitar las desventajas de una frenada de emergencia (en los modelos con tracción delantera) sobre una fina capa de nieve o sobre gravilla. Pero en condiciones extremas esto hace que la rueda delantera se bloquee.

A pesar de que estos sistemas antibloqueo han mostrado ser muy efectivos y fiables, siguen presentando algunos inconvenientes, provocados no por el sistema en sí, sino por condiciones de funcionamiento extremas (irregularidades del terreno, nieve, etc.).

SISTEMAS DE DIRECCIONAMIENTO E INFORMACION DE TRAFICO

En Alemania Federal han aparecido dos sistemas de

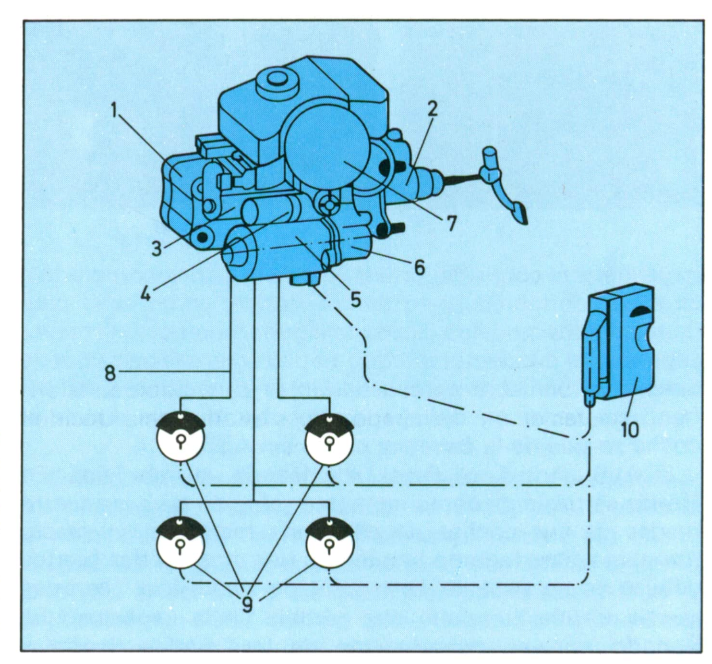


Figura 31. Sistema ATE (Ford Sierra); 1: Válvulas; 2: Servofreno; 3: Bombín principal; 4: Conmutador de presión; 5: Motor eléctrico; 6: Bomba, 7: Acumulador; 8: Conductos hidráulicos; 9: Unidad de sensores; 10: Regulador electrónico.

dirección de la circulación, uno de los cuales, el *ARI*, aprovecha la infraestructura de las emisoras de radiodifusión para facilitar al conductor datos de todo lo que va a encontrar en su camino. El otro sistema, denominado *ALI*, es mucho más complejo y requiere de una infraestructura nueva y costosa a base de procesadores y terminales, que suministran al conductor los datos de interés necesarios para una mayor seguridad vial y una mayor fluidez, asimismo emiten predicciones sobre lo que puede ocurrir en las diferentes carreteras en las siguientes horas.

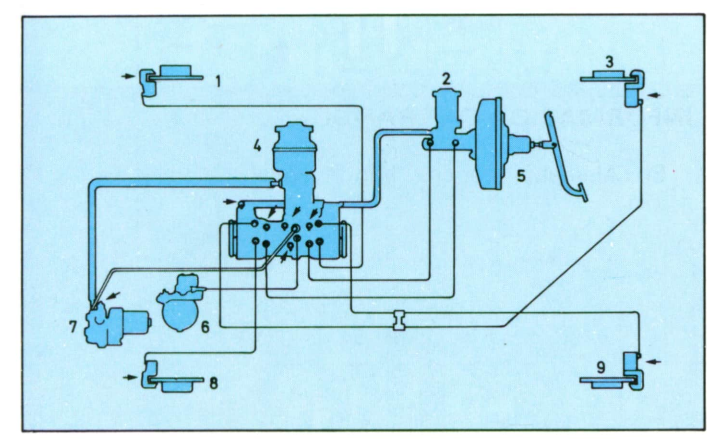


Figura 32. Sistema ALB (Honda Prelude); 1: Delantero derecho; 2: Bombín principal; 3: Trasero derecho; 4: Modulador; 5: Servofreno; 6: Acumulador de presión; 7: Bomba; 8: Delantero izquierdo; 9: Trasero izquierdo.

Fundamentos del ARI

Robert Bosch, a través de su filial Blaupunkt, con el apoyo de ADAC (Automóvil Club de Alemania Federal) y la participación del Instituto de Técnica de la Radiodifusión y las emisoras de FM más importantes de Alemania Occidental, empezó en 1969 a desarrollar el sistema ARI, siglas que corresponden a «Sistema de Información por Radio al Conductor».

Desde el año 1960, las emisoras alemanas de FM dan informaciones relativas al tráfico en sus zonas de cobertura. Esta información sólo es válida al conductor que, sintonizando la emisora correcta, se desplaza por la ruta sobre la cual se da la información. La necesidad de la conjunción de

ambas condiciones reduce la probabilidad de que la información emitida sea aprovechada por el conductor.

Los laboratorios implicados en la investigación pensaron que el dinamismo inherente a la radiodifusión podría aplicarse para dotar a las carreteras de señales de tráfico

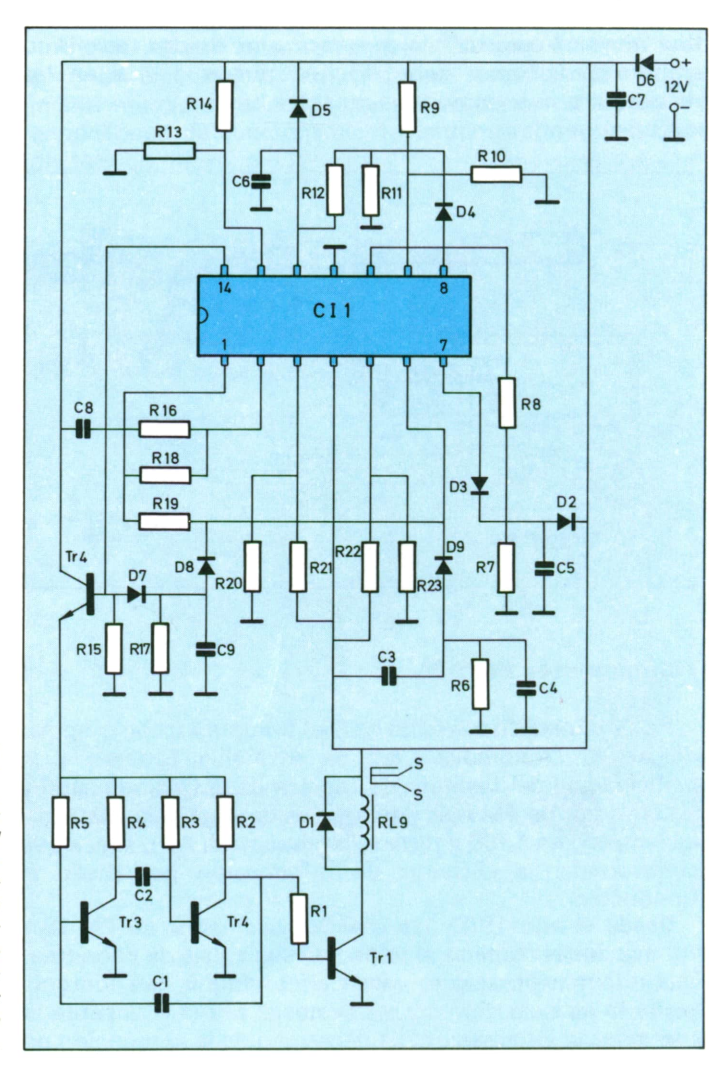
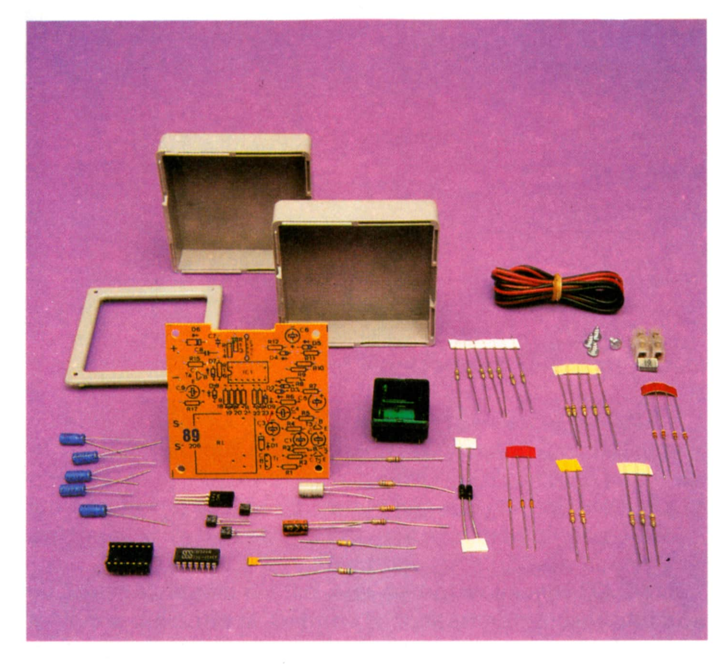


Figura 33. Esquema teórico de un circuito de alarma para automóvil. Este circuito presenta dos secciones importantes, el integrado que trabaja como temporizador y los transistores que trabajan como multivibradores y para atacar el relé de salida. Se comercializa en kit para que los aficionados puedan montarlo por sí mismos.

dinámicas, que tuvieran en cuenta las condiciones reales de la carretera en cada momento.

El problema que se planteaba era el de cómo reconocer, entre la gigantesca oferta, aquellas emisoras que transmitían noticias de tráfico. Cerca del hogar no ofrecía dificultad especial localizar la emisora adecuada, pues normalmente el conductor conoce la zona del dial donde la puede encontrar. Pero al salir fuera de su región o fuera del alcance de la emisora próxima a su domicilio, empiezan a aparecer dificultades, sin contar con el peligro de desajuste del autorradio en las zonas de intersección (zonas en las que pueden recibirse varias emisoras de tráfico).



Componentes incluidos en el kit de alarma para vehículos de la figura 33. También se observa una caja para ubicar el circuito una vez montado.

Estas razones obligaron a pensar en facilitar al conductor alguna referencia que le permitiera distinguir las emisoras con noticias de tráfico de las que no las emitían. Y esto es lo que permite el sistema ARI.

En realidad, ARI es un procedimiento electrónico con el que pueden localizarse las estaciones de FM con información sobre el tráfico, facilitando la identificación de la emisora de tráfico de la zona sobre la que se emite la información.

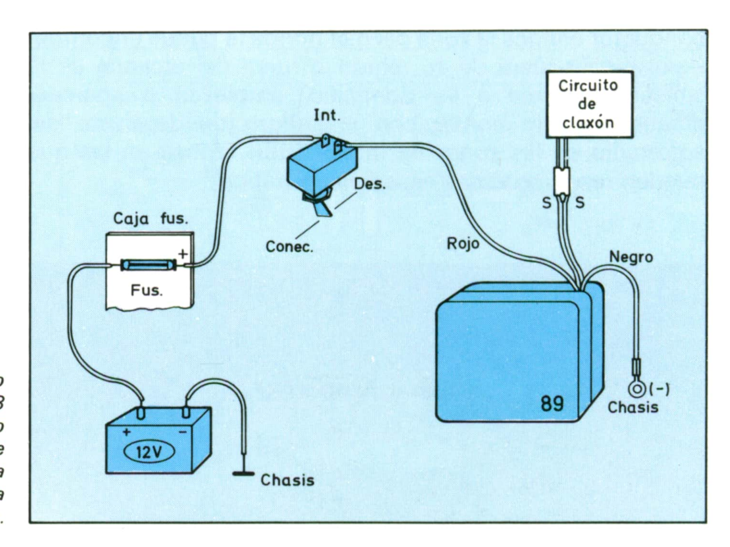


Figura 35. El circuito montado de la figura 33 queda protegido dentro de una caja de la que se harán salir los cables para su conexionado con la alimentación y el claxon.

Generalidades del sistema ARI

Inicialmente, se pensó en crear nuevas emisoras de FM en el intervalo de frecuencias comprendido entre 100 y 104 MHz que sólo facilitaran información de tráfico, pero debido a los convenios internacionales firmados por Alemania Federal, país en el que se llevaron a cabo estas experiencias, esta banda no podía ser utilizada.

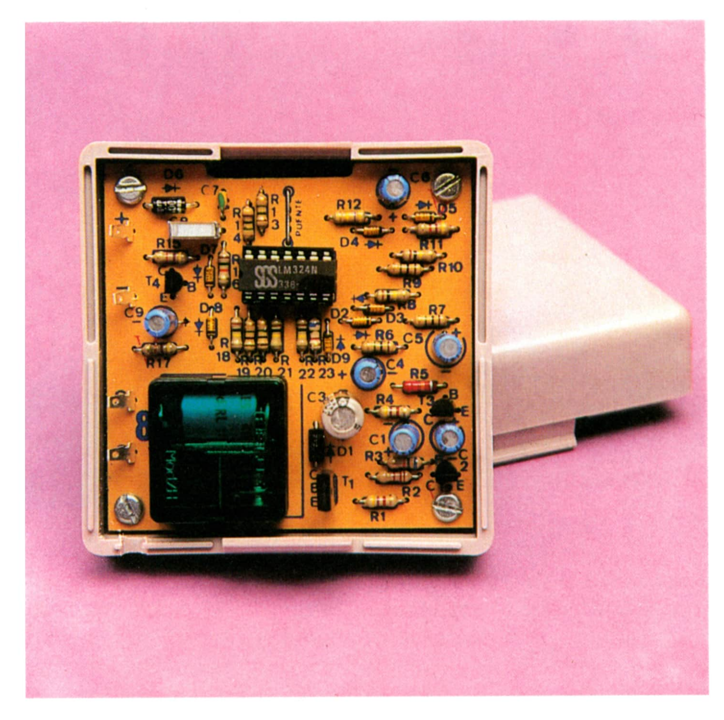
El ADAC solicitó entonces que, para el reconocimiento de una información de tráfico, se emitiera al principio y al final de la misma un tono específico, llamado «Hinz-Triller», que destacara la noticia y permitiera su grabación de forma automática.

En la técnica de la radiodifusión se conocen procedimientos que permiten la transmisión simultánea de varias informaciones a través de una sola emisora de FM. Esto fue aprovechado y se pensó que podía traducirse en una fácil

identificación de las emisoras con noticias sobre tráfico. Se estableció la necesidad de tres señales de identificación: la identificación de emisora (SK), la identificación de la zona (BK) y la identificación de emisión de tráfico. Esta última sólo se emite cuando se da una noticia sobre tráfico.

Identificación de emisora (SK)

De la gran cantidad de emisoras en FM que se reciben en un autorradio, saber con exactitud aquélla que transmite las noticias más importantes del tráfico nacional supone para el conductor un problema difícil de resolver.

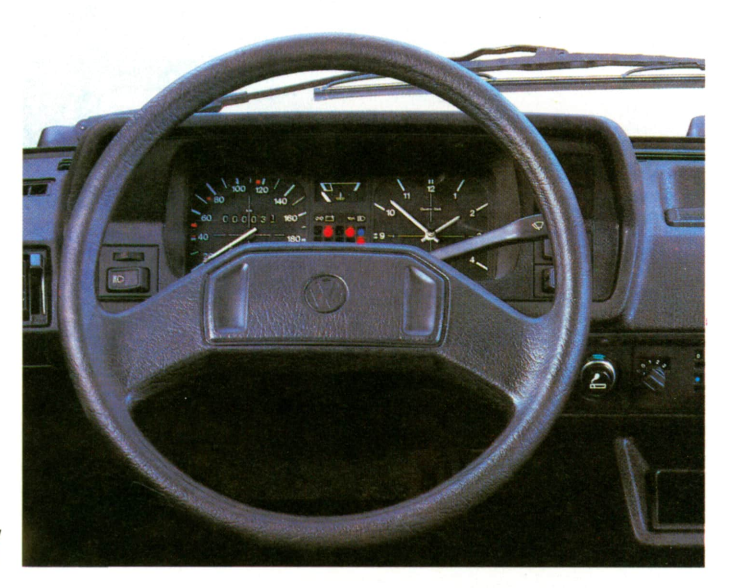


Circuito práctico del cableado que debe seguirse con la alarma de la figura 33 para que su funcionamiento sea correcto.

Es por ello que se modulan las señales de las emisoras en FM, que transmiten noticias de tráfico, con una frecuencia de identificación adicional, la cual acciona en el receptor una señal que indica al conductor que tiene sintonizada una

emisora que ofrece dichas noticias. La frecuencia de identificación (SK) está incorporada en el espectro de modulación de tal forma que, aunque se emita en estéreo, no hay perturbaciones debidas a interferencias.

La frecuencia de identificación de 57 kHz se produce triplicando el tono piloto de 19 kHz y está acoplada con él en fase.



Tablero de a bordo del Wolkswagen Polo 85.

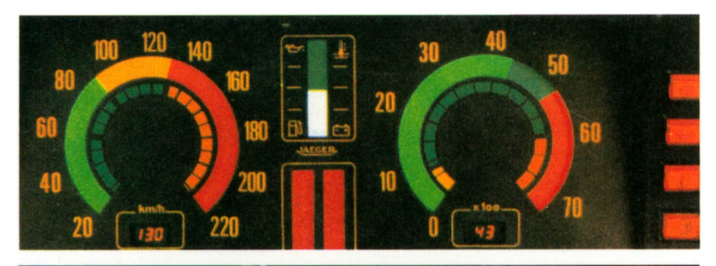
Identificación de la zona (BK)

En lugares donde se dan interferencias de emisoras, como en el paso de una zona de emisión a otra, puede suceder que haya varias emisoras de tráfico, originando como consecuencia no saber a cuál de ellas corresponde.

Para eliminar estos casos, Blaupunkt recomendó en el año 1972 la introducción de una identificación especial de zona. La RFA se dividió en diferentes campos de emisión, éstos eran más o menos equivalentes a los de las diferentes

emisoras de los Laender. En algunos casos fue necesario hacer una subdivisión debido a la extensión de los campos de emisión; en total se crearon seis diferentes identificaciones de zona, que quedaron señaladas desde la A hasta la F.

La identificación de los seis campos se lleva a cabo a través de modulación de BF de la frecuencia de identificación de la emisora en 57 kHz. La frecuencia de identificación de la zona se encuentra entre 24 y 54 Hz. Esta división se ha llevado a cabo, después de muchas pruebas, dividiendo la frecuencia piloto de 19 kHz. El grado de modulación es del 60 %.





En la parte superior se observa el tablero de a bordo con display de cristales líquidos y un sintetizador de palabra. En la parte inferior se ve el tablero de a bordo EVE con pantalla de tubo de rayos catódicos de chequeo del vehículo. Se trata de uno de los sistemas más sofisticados de los que se fabrican en la actualidad (Cortesía: Jaeger).

Identificación de emisión de tráfico (DK)

La idea original de enmarcar la emisión de la noticia sobre tráfico mediante el Hinz-Triller se comprobó que no era ni

necesario ni lo más correcto. Después de muchas pruebas se llegó a la conclusión de que lo mejor era emitir una señal de reconocimiento mientras durara la emisión de la noticia.

Se utiliza un tono de 125 Hz de amplitud, la mitad de la del tono de reconocimiento de zona, con el que se modula la señal de 57 kHz, dando un grado de modulación del 30 %.

Como puede verse, en el sistema ARI todas las frecuencias

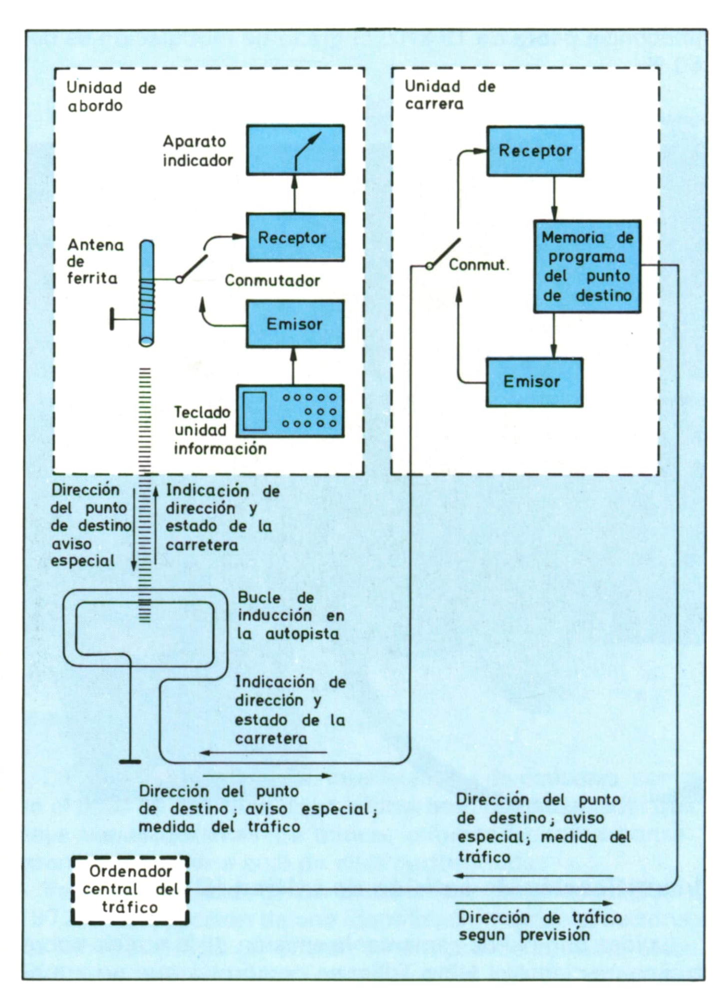


Figura 39. Intercambio de datos entre la unidad de a bordo y la de carretera. Este intercambio se efectúa tan rápidamente que incluso con automóviles a una velocidad de por ejemplo 300 km/h se puede mantener la comunicación. La transmisión de un mensaje requiere solamente 24 milisegundos.

que intervienen son múltiplos de la subportadora de 19 kHz, con lo que la decodificación resulta sencilla y las interferencias son inaudibles.

El automovilista que sigue utilizando su autorradio como antes, nada gana con la identificación de la emisora, porque no percibirá la señal de 57 kHz. Pero la situación es distinta para aquél que ha acoplado a su automóvil un aparato accesorio, cuyo sistema electrónico capta la identificación de la emisora y reacciona convenientemente. ¿Cómo se produce entonces esta captación?

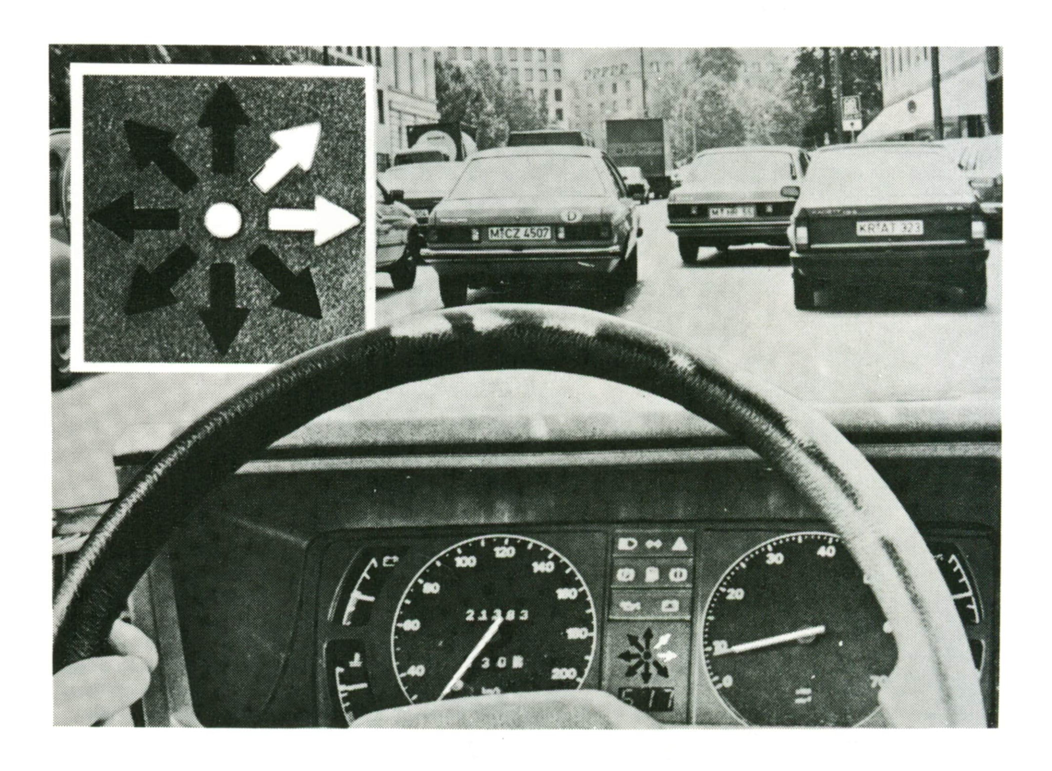


El conjunto de instrumentos e indicadores electrónicos del coche Alfa Romeo «Alfa 33» resulta muy completo, al tiempo que estéticamente mantiene una línea muy elegante.

Tan pronto como el autorradio ya sea a mano o automáticamente se haya sintonizado en una emisora de tráfico, se encenderá en el aparato accesorio un piloto de señales. Este indica al conductor que está recibiendo en ese momento una emisora de tráfico. En todas las demás emisoras permanecerá apagado el piloto indicador.

Aún más importante que la señalización óptica es la posibilidad de apagar la radio. Basta simplemente con

apretar un botón en el aparato accesorio y solamente podrán oirse las emisoras de radio del tráfico. En todas las demás emisoras permanecerá mudo el amplificador. El conductor podrá entonces sintonizar la radio del coche de forma puramente acústica, sin tener que prestar atención durante la marcha al piloto indicador. Este es un aspecto importante para su seguridad en el tráfico.



Vehículo equipado con señalizador de tráfico, dispuesto para recomendar direcciones a seguir (Sistema ALI). Ver la explicación del sistema en la página 48 y siguientes.

Por lo tanto, con ayuda del decodificador ARI se pueden sintonizar manual o automáticamente aquellas emisoras que transmiten información sobre el tráfico. El automovilista recibirá esta información aunque hubiese bajado el volumen de su receptor o estuviese escuchando el cassette. En caso de recibir la señal ARI, un mecanismo especial incorporado en el decodificador conmuta automáticamente el cassette al receptor y eleva al mismo tiempo el volumen del autorradio

hasta un nivel medio para, de esta forma, asegurar que la información llega siempre al conductor.

El sistema ARI, pasados tres años de investigación y dos de pruebas, entró en funcionamiento de forma oficial en la República Federal de Alemania en el año 1974 y en Austria en el año 1975. Otros países europeos seguirán el mismo camino. La «European Broadcasting Union» (EBU) ha recomendado la conveniencia de la incorporación del sistema ARI en todos los países que posean una red de emisoras en FM.

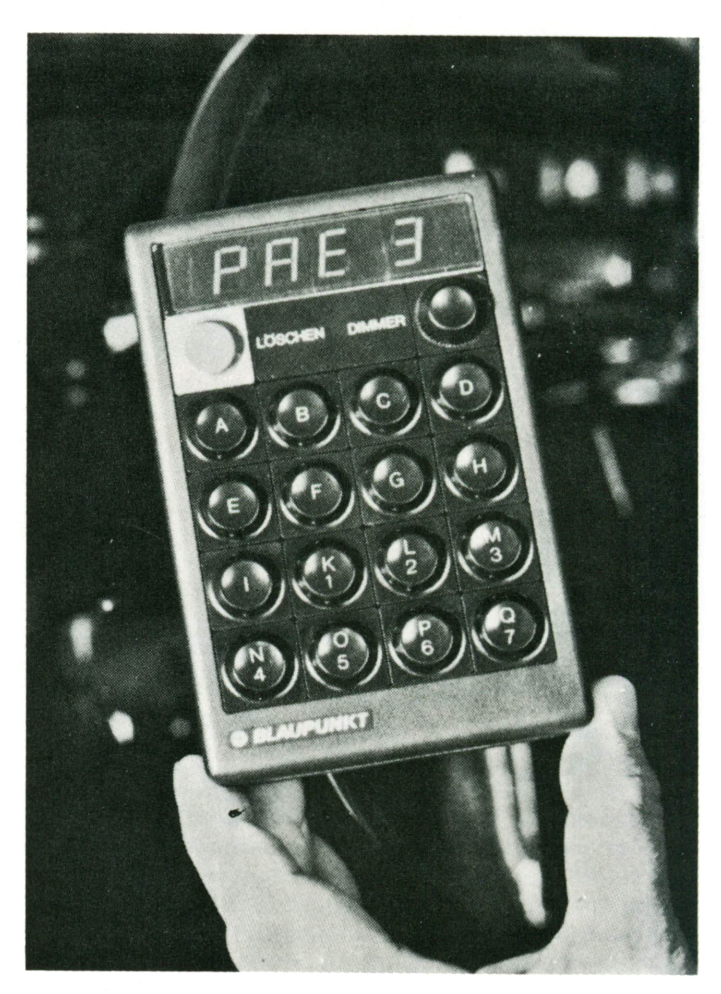
En la actualidad, casi todos los autorradios que se venden en la República Federal de Alemania están equipados con el ARI-Decoder y, en cualquier caso, un adaptador especial de bajo coste podría acoplarse a los autorradios que no lo llevan ya incorporado.



Computador de a bordo que se vende en forma de Kit. (Cortesía: Jaeger).

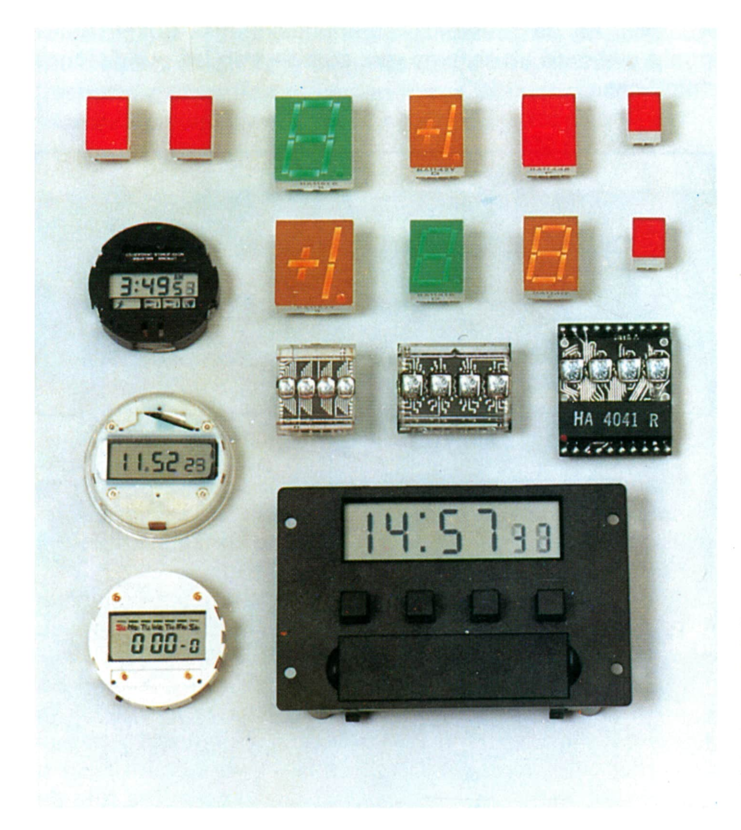
Principios básicos del sistema ALI

Para llegar a su destino con seguridad y rapidez, es deseable que el conductor esté en posesión de ciertos datos antes de emprender el viaje así como durante el mismo. Estos datos pueden ser rutas recomendadas, condiciones de carretera, aviso de obstáculos, obras con desvíos recomendados, condiciones meteorológicas, etc.



Teclado de codificación del direccionamiento (ALI).

En la actualidad, aunque se puede obtener parte de esta información mediante las señales de carretera existentes, éstas son de naturaleza estática e incapaces de reflejar cambios momentáneos. Para resolver en parte este proble-



Dispositivos optoelectrónicos empleados en los tableros de señalización de vehículos automóviles; se incluye un display de siete segmentos y display inteligente. (Cortesía: Siemens).

ma se han instalado en ciertos puntos señales controlables que indican condiciones de hielo, niebla, velocidades límite, etc. a un coste considerable. También se ha utilizado la transmisión radiofónica de información pero, aunque ésta sea actual, no puede ser individualizada ni transmitida continuamente. Además, en la temporada turística habría que tener en cuenta el problema del idioma.

Para los sistemas de control más elaborados hay un tipo de radar que avisa al conductor de la proximidad de otros vehículos y la distancia de seguridad que debería guardarse. Avisa del estado del tráfico y obedece órdenes de sintonía de emisoras de radio, etc. Dispone de sensores luminosos de forma que ponen en marcha o paran automáticamente el equipo de iluminación y limpiaparabrisas. El panel central, realizado en cristal líquido de color, presenta la información del estado del vehículo y del radar. Es uno de los sistemas más sofisticados del mercado internacional.

Por otra parte, el tener que estar pendiente de los letreros y señales indicadoras, particularmente con mal tiempo, contribuye al cansancio físico y mental del conductor.

Lógicamente, la solución idónea del problema es un sistema que de instrucciones individualmente a cada vehículo en un visualizador de su panel de instrumentos. Además, ha de funcionar automáticamente. Bosch-Blaupunkt presentó un sistema que cumple con las condiciones antedichas.



Este sistema, denominado ALI, ha sido desarrollado en cooperación con el Instituto de Ingeniería de Telecomunicaciones y Proceso de Datos del Instituto de Tecnología del Rhineland-Westfalia, en Aachen.

Básicamente, el sistema funciona de la siguiente manera:

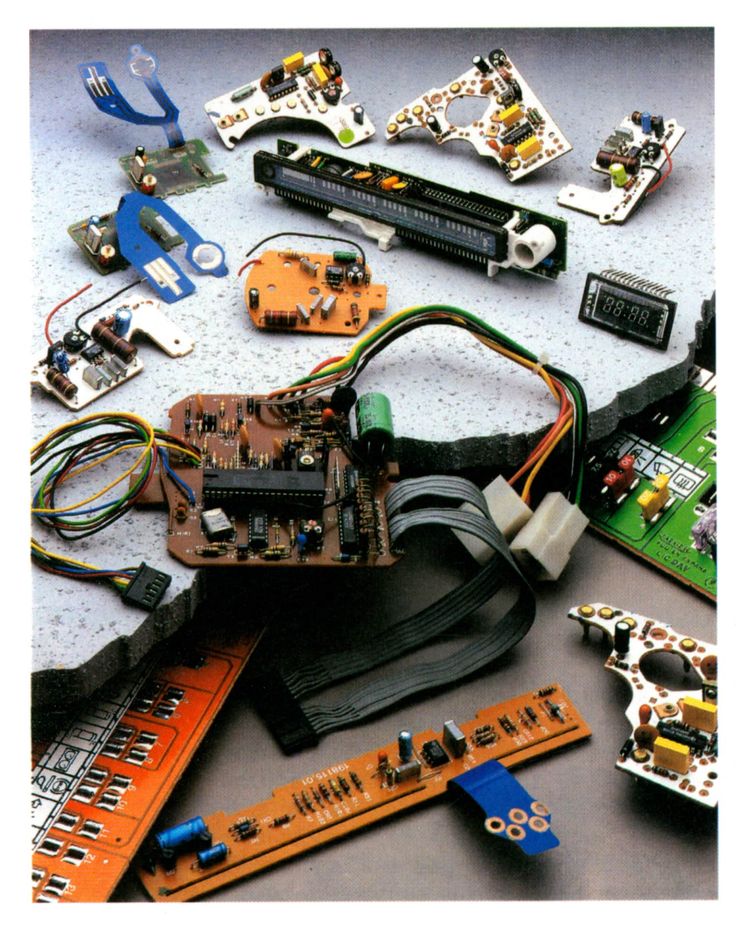
1) Antes de comenzar el viaje el conductor programa su destino en un teclado instalado en su coche.

2) Al pasar sobre unos bucles de inducción enterrados bajo la superficie de la carretera, el conductor recibe la siguiente información: girar derecha, izquierda o seguir adelante; velocidad recomendada; si existe hielo, niebla o atasco de tráfico (en cuyo caso se le indicaría una ruta de desvío).

Estos bucles de inducción, de 2 × 2,5 metros, están situados 1 km antes de cada intersección de la autopista o carretera y son gobernados por las denominadas unidades de carretera, que cumplen dos funciones además de la comunicación con los vehículos: *a*) son programables por un computador central y *b*) transmiten los datos acumulados sobre los destinos de los diferentes vehículos a dicho computador.

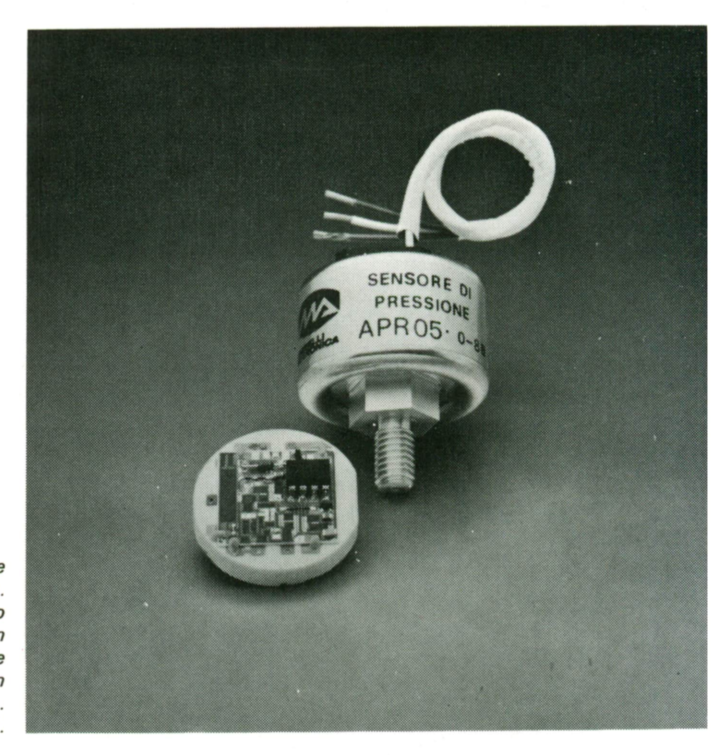
SENSORES

El sensor es el elemento que está en contacto con el ambiente externo y acumula datos dentro de un alcance o área limitada, la cual se utiliza a cambio por información de control. Esta información puede expresarse en formas diversas, por ejemplo en el automóvil en forma de porcentaje de oxígeno en un flujo de gases dado, temperaturas medias respecto a un patrón o bien en forma de lecturas de presión absoluta o relativa.



Jaeger Ibérica es líder en España en la fabricación de cuadros de instrumentos y conmutadores para vehículos automóviles. Nótese la gran variedad de formas que presentan algunos de los circuitos impresos para poder adaptarse al reducido espacio de que disponen en los tableros de mando.

No obstante, la falta de sensores suficientemente exactos y de bajo coste crea importantes problemas en el desarrollo de sistemas de control, éstos son necesarios para relacionar el sistema de control con las variables reales que hasta la fecha se venían empleando en aplicaciones industriales y aeroespaciales de altas prestaciones y elevado coste.



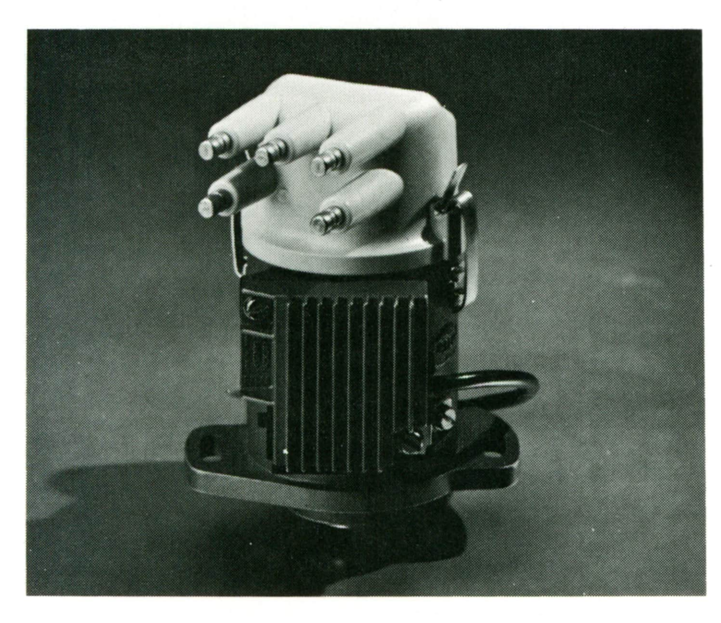
Sensor de presión de película gruesa. Aprovecha el efecto piezorresistivo de un puente de Wheatstone serigrafiado sobre un diafragma de alúmina. (Cortesía: M. Marelli).

La solución al problema de los sensores de bajo coste solamente puede conseguirse a través de una estrecha interacción entre los diseñadores de semiconductores y el automóvil, ya que la industria de los semiconductores ha venido tratando con grandes mercados de sistemas OEM durante mucho tiempo y, en consecuencia, dispone de una tecnología en auge y gran producción a bajo coste, con lo que el mercado de los sensores a bajo coste resulta un

mercado potencial de gran interés para ellos, aun a pesar de que todos los tipos de sensores necesarios se encuentran a precios razonables.

Sensores de presión

Como es bien sabido, el entorno del automóvil está caracterizado por presentar grandes fluctuaciones de temperatura, interferencias de RF y elevados transitorios de tensión. Los fabricantes de semiconductores han desarrollado diversos CI fiables para dicho entorno.

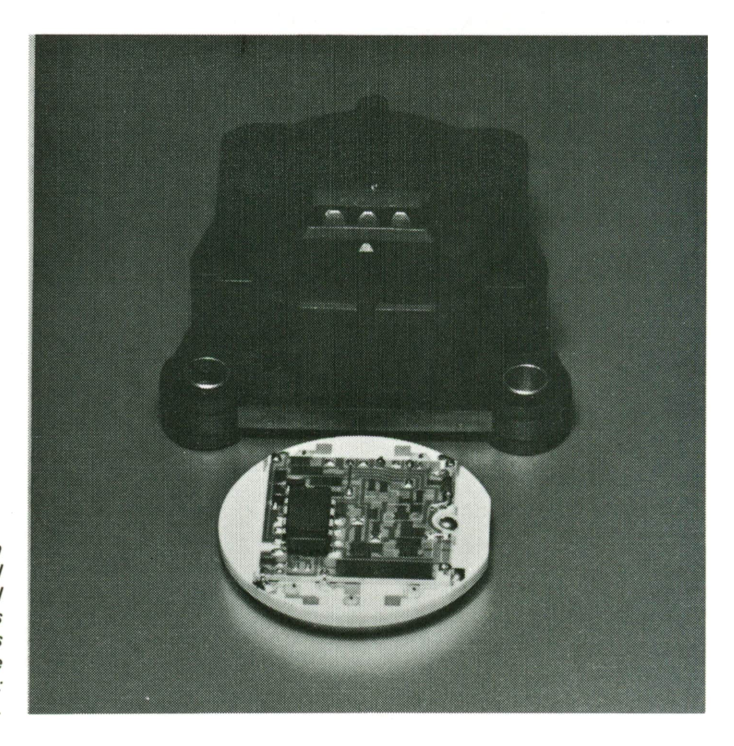


Sistema de encendido electrónico de tipo inductivo. Está compuesto de un distribuidor y de un módulo electrónico que elabora la señal y gobierna la corriente de la bobina. (Cortesía: Magneti Marelli).

Recientemente, Motorola presentó un CI que trabaja en conjunción con un transductor capacitivo sensible a la presión, el cual va montado bajo el capó y se utiliza para controlar la presión atmosférica y la del colector de admisión que está realizado con técnicas BiFET y concebido para aplicación con amplificadores operacionales estándar de alta tensión.

Sensores de temperatura

La firma alemana Siemens introdujo una nueva serie de sensores de temperatura, especialmente concebida para el automóvil, que reciben la denominación genérica KTY y se encuentran disponibles en cinco versiones (KTY10-KTY15) con diversas salidas y encapsulados.



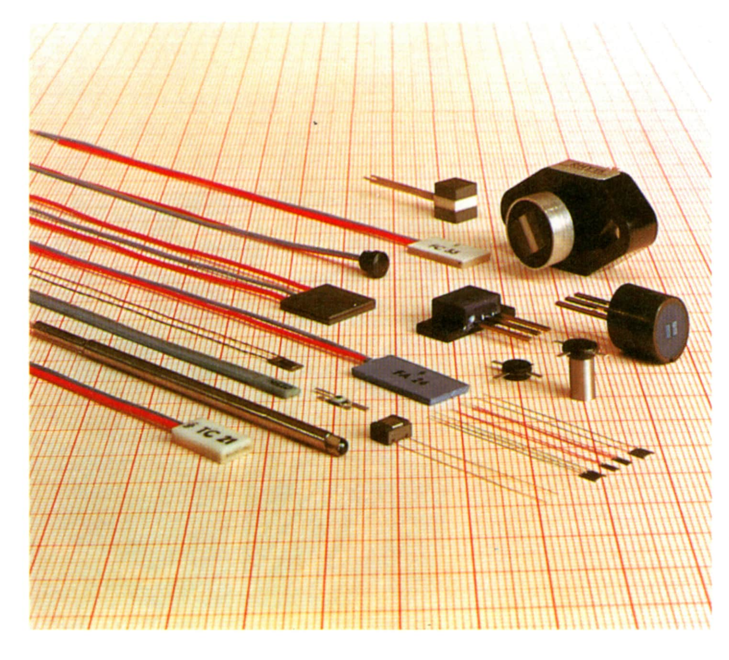
Sensor de presión en donde se detalla el circuito que contiene el circuito integrado y los restantes componentes que efectúan el trabajo de transductores. (Cortesía: Magneti Marelli).

Estos componentes contienen un elemento sensor consistente en un chip de silicio canal N fabricado en tecnología planar, y se basan en el principio de que la resistencia eléctrica del silicio muestra un coeficiente de temperatura positivo, utilizando el efecto de dependencia de la temperatura sobre la resistencia que se extiende entre las dos áreas de contacto del chip. La gama de temperaturas está comprendida entre -50 y $+150^{o}$C.

Sensores tacométricos

Estos componentes están tomando gran importancia en las tareas de medición del momento de inercia y son de tipo tacométrico, dado que presentan la ventaja de ser una alternativa económica para medir las r.p.m. del motor a través del árbol de levas. Resultan también particularmente aptos para mediciones precisas en sistemas de seguridad, tales como los sistemas antibloqueo de los frenos.

El problema que se presenta a la hora de medir las r.p.m. por árbol de levas no sólo radica en la alta temperatura de trabajo (próxima a 200°C) sino también en la distancia mínima que debe existir entre el sensor y el árbol, debido a



Grupo de sensores de efecto Hall y magnetorresistencias de la firma Siemens, de utilización en los sistemas electrónicos para vehículos.

los golpes de éste. Por esta razón, los sensores utilizados han de ser capaces como mínimo de detectar cambios de flujo magnético menores o iguales a 1 mT.

De nuevo Siemens propone una línea de sensores, en este

caso se trata del modelo KSY10, en el cual la detección de r.p.m. se lleva a cabo por medio del recuento de los dientes de una rueda dentada. De hecho, se detectan las variaciones de flujo magnético, que se producen por la rotación de la rueda dentada, dentro de un campo magnético continuo que es generado por un imán permanente en posición apropiada. Los componentes claves para realizar esta medición son el CISAS231W, basado en el efecto Hall (120°C) y el KSY10 realizado en tecnología de AsGa (hasta 200°C). El flujo magnético permanente se genera por dos imanes permanentes tipo Vacomax.

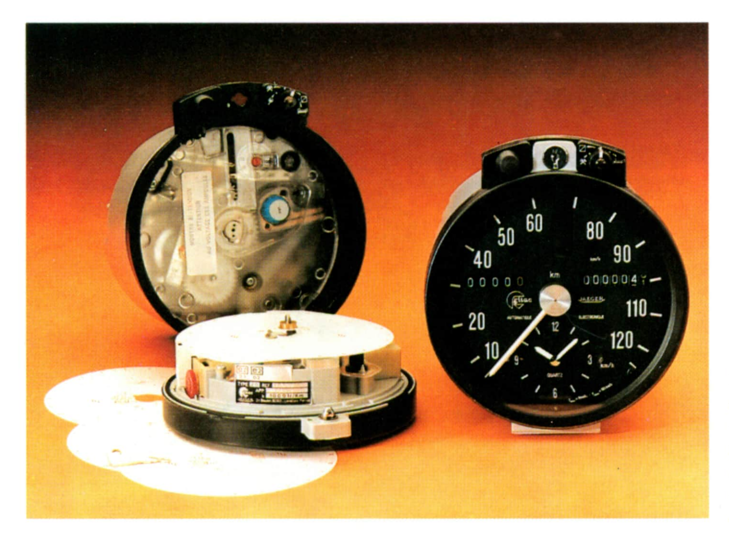


Los microcomputadores de a bordo van instalados en muchos vehículos. Blaupunkt es uno de los fabricantes pioneros en este campo.

TACOGRAFOS ELECTRONICOS

Los tacógrafos electrónicos permiten sustituir los anteriores métodos de transmisión flexible por un generador de impulsos que transforma los giros de la toma de fuerza de la

caja de velocidades, en impulsos rectificados por un corrector electrónico que permite obtener una frecuencia calibrada que, convertida en tensión, registra los kilómetros recorridos y las velocidades. Cada uno de estos datos son



Tacógrafo Europeo, homologado por el Ministerio de Industria y Energía Español y por los organismos competentes de la C.E.E. (Cortesía: Jaeger).

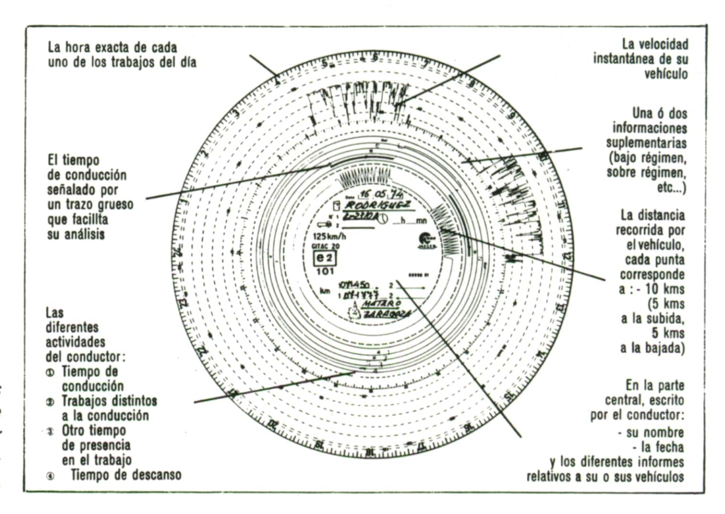
gobernados por motores diferentes autocontrolados (potenciómetro con servomando y relé fín de carrera) que evitan cualquier deslizamiento y los errores de registro.

La instalación de tacógrafos se ha generalizado a todo el parque de vehículos destinados al transporte por carretera. El hecho de que pueda conocerse toda la actividad diaria del vehículo e incluso quedar reflejada sobre un disco diagrama permite controlar la explotación de los vehículos, tanto al propietario como a la Guardia Civil de tráfico ya que sustituye al «Libro de ruta».

Un tacógrafo refleja en el disco la velocidad de conducción en cualquier momento, la duración de un recorrido a partir de las horas de salida y de llegada, los kilómetros recorridos, la duración de las operaciones de carga y descarga, los tiempos de espera y cómo ha sido tratado el motor.

Cuando un mismo vehículo debe trabajar más horas de las

que puede emplear un único conductor, debe trabajar un segundo conductor que aproveche los períodos de descanso del primero. En el momento de cambiar el conductor también se deben intercambiar los discos ya que, según la legisla-



Aquí están señalados los diferentes registros que un tacógrafo Gitac-Jaeger realiza sobre el disco-diafragma tipo estándar.

ción, la utilización de un disco es personal de cada conductor, de esta manera quedan registrados independientemente las actividades realizadas por cada uno de ellos.

La información contenida en un disco-diagrama puede procesarse por medio de ordenador. Este debe poder una cabezada adaptada a las diferentes medidas de los discos y solamente queda introducir mediante el teclado el nombre y demás datos que identifican el disco; todo el conjunto de datos que incluye el disco queda reflejado en un listado que aparece en la pantalla o en el papel de una impresora.

El recuento de información puede hacerse diariamente, por semanas, meses o períodos más largos, incluso comparar las informaciones obtenidas por el mismo vehículo en épocas o conductores diferentes.

EL FUTURO

En este libro se ha intentado reflejar el enorme progreso que las técnicas electrónicas, y en especial la microelectróni-

ca, han experimentado en un período de 10 años en las distintas vertientes del automóvil y que en la mayoría de los casos son ya palpables, aunque lamentablemente todavía son privativas, especialmente en España, de los coches de lujo. Teniendo en cuenta la constante disminución del coste de los dispositivos electrónicos y la concienciación de los fabricantes por los temas de ahorro energético, polución y seguridad, es de esperar que en breve cualquier vehículo, por barato que sea, disponga de alguno de los dispositivos o sistemas indicados.

Es de destacar entre las tendencias futuras los diferentes sistemas de síntesis de voz, tendentes a evitar las distracciones del conductor.

Otro es el sistema de conducción automática, que se encuentra aún en fase embrionaria, desarrollado por MAN y Bosch. Con este sistema, en zonas no públicas los vehículos podrán circular sin conductor conforme a un programa prefijado o, en instalaciones mayores, pueden ser pilotados por una computadora central y resolver múltiples problemas de transporte.

La aplicación de cámaras de televisión de estado sólido en el vehículo permitirá la visión por ordenador para el guiado y seguridad de los vehículos.

Es de prever, pues, un desarrollo importantísimo de todos estos sistemas, dados los gigantescos avances que realiza la microelectrónica, y no está tan lejos el coche totalmente automático que nos dará de viva voz todos los detalles del viaje y al cual le indicaremos, también de viva voz, a dónde queremos ir, cuando deseamos parar o cualquier otra orden. Aunque quizá siga siendo más placentero accionar uno mismo el volante, la caja de cambios y sentir la sensación de la conducción. El tiempo nos lo dirá. ●

